

# Komponenttien yksilötietojen tallennusprosessin kehittäminen

Petri Lehtoväre

Opinnäytetyö

Toukokuu 2018

Tekniikan ja liikenteen ala

Insinööri (AMK), kone- ja tuotantotekniikan tutkinto-ohjelma

Tuotantotekniikka

Tekijä(t) Lehtoväre, Petri	Julkaisun laji Opinnäytetyö, AMK	Päivämäärä Toukokuu 2018
	Sivumäärä 63	Julkaisun kieli Suomi
		Verkojulkaisulupa myönnetty: x
Työn nimi <b>Komponenttien yksilötietojen tallennusprosessin kehittäminen</b>		
Tutkinto-ohjelma Insinööri (AMK), kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma, tuotantotekniikka		
Työn ohjaaja(t) Juhani Alakangas Jorma Matilainen		
Toimeksiantaja(t) Santasalo Gears Oy		
<p>Tiivistelmä</p> <p>Santasalo Gears Oy:llä oli ollut pitkään tarve tehostaa ja parantaa teollisuusvaihteiden kokoonpanoon käytettyjen komponenttien jäljitettävyyteen liittyvää yksilötietojen tallentamisprosessia. Jäljitettävyystietojen kerääminen, tallentaminen sekä käyttäminen ovat yrityksessä osa monen eri toiminnon, kuten laadun, suunnittelun ja komponenttitoimittajien arkea. Tästä huolimatta jäljitettävyyssprosessin kehitys ei ollut toiminnan vaatimalla tasolla ja vaati toimenpiteitä prosessin nykyaikaistamiseksi.</p> <p>Kehittämistutkimuksen aluksi kerättiin tietoa jäljitettävyydestä, elinkaariajattelusta ja tiedonhallinnallisista perusteista. Lisäksi tarpeellista oli määrittää kehitettävän prosessin nykytila kokonaisuudessaan, jotta ydinongelmiin pystyttiin puuttumaan varsinaisessa kehitysvaiheessa. Määrittämisvaiheen tutkimus toteutettiin teemahaastattelujen avulla, joiden pohjalta kehitettävän prosessin tutkiminen tapahtui.</p> <p>Komponenttien yksilötietojen tallentamisprosessissa havaittiin kaksi selkeää kehityskohdetta. Tärkein ongelma oli yrityksen sisäisessä prosessissa: tietyn komponentin ja sen yksilötietojen väliltä puuttui sähköinen linkki. Toinen kehityskohde oli yksilötietojen siirtoprosessi osatoimittajien ja Santasaloon välillä. Prosessin kehitysalustaksi valittiin jo yrityksen käytössä oleva Lean System –toiminnanohjausjärjestelmä.</p> <p>Kehitystyöllä saavutetut konkreettiset tulokset ovat jäljitettävyyssprosessin tarkka määrittely ja selvitys toiminnanohjausjärjestelmän käyttämisestä seurantatietojen kirjaamisessa. Lisäksi selvitettiin Lean Systemin kehittämismahdollisuuksia web-pohjaisten portaalien osalta. Portaalien avulla yrityksen on mahdollista päästä jäljitettävyyteen liittyvässä toiminnassa haluamalleen tasolle tulevaisuudessa kytkemällä esimerkiksi toimittajat osaksi prosessia.</p>		
Avainsanat ( <a href="#">asiasanat</a> ) Tuotetiedot, elinkaari, jäljitettävyyys, laatu, komponentit, teollisuusvaihteet, toiminnanohjausjärjestelmät		
Muut tiedot ( <a href="#">salassa pidettävät liitteet</a> )		

Author(s) Lehtoväre, Petri	Type of publication Bachelor's thesis	Date May 2018
		Language of publication: Finnish
	Number of pages 63	Permission for web publication: x
Title of publication <b>Development of the traceability process of the component information data</b>		
Degree programme Degree Programme in Mechanical and Production Engineering		
Supervisor(s) Alakangas, Juhani Matilainen, Jorma		
Assigned by Santasalo Gears Oy		
<p>Abstract</p> <p>Santasalo Gears Oy needed to develop the traceability process of the key components that they use to assembly industrial gear units. The overall traceability process and the management of the component information data concerns several different operations such as the quality, the sales, the design and the component suppliers on a daily basis. The main task was to develop the process and improve it to match modern standards.</p> <p>The first step in the design process was to collect any necessary knowledge that is related to the research problem. The main topics were product lifecycle management, traceability and the basics of information management. It was also important to deeply specify the old process and to notice all the biggest problems that had to be taken care of in the first place. Understanding the old process was accomplished with theme interviews and independent investigation.</p> <p>There were two main development areas that were found after the first step. The first problem was in the company's internal process, caused by the manual data collecting process and therefore there was no digital link between the component and their information data. Another large problem was the data transfer process between the suppliers and Santasalo. For developing these main areas, the existing Lean System ERP software was chosen as a platform.</p> <p>The main results achieved in the design project were an accurate description of the traceability process of the component information data and also the study on collecting traceability data by using the Lean System software. It was also investigated how the Lean System could be developed in the future. The main focus was on web-based portal applications designed especially for assembly lines and component suppliers. The portal applications could enable the digitalization of the complete traceability and minimizing faults.</p>		
Keywords/tags ( <a href="#">subjects</a> ) product information, product lifecycle, traceability, quality, components, industrial gears, ERP systems		
Miscellaneous ( <a href="#">Confidential information</a> )		

## Sisältö

<b>1</b>	<b>Johdanto .....</b>	<b>5</b>
1.1	Opinnäytetyön aihe, tavoitteet ja rajaus .....	5
1.2	Santasalo Gears Oy .....	6
<b>2</b>	<b>PLM - tuotteen elinkaaren hallinta .....</b>	<b>7</b>
2.1	Tuotteen elinkaari .....	8
2.2	Jäljitettävyys .....	9
<b>3</b>	<b>PDM – Tuotetiedon hallinta .....</b>	<b>11</b>
3.1	Tuotetiedon hallinta käsitteenä .....	11
3.2	Tuotetieto .....	11
3.3	Tuotetiedon hallinta eri prosesseissa .....	12
3.3.1	Myynti ja markkinointi .....	13
3.3.2	Suunnittelu ja tuotekehitys .....	13
3.3.3	Alihankinta .....	14
3.3.4	Tuotanto .....	14
<b>4</b>	<b>Tiedonhallinta .....</b>	<b>15</b>
4.1	Tieto organisaatiossa .....	15
4.2	Tiedon elinkaari .....	16
4.3	Versioiden hallinta .....	18
4.4	Metatieto .....	19
<b>5</b>	<b>Kehittämistutkimuksen toteutus .....</b>	<b>19</b>
5.1	Määrittelyvaiheen tiedonkeruumenetelmät .....	19
5.1.1	Teemahaastattelut .....	20
5.1.2	Benchmarking-kohteena Moventas Gears Oy .....	21
5.2	Työvaiheet ja aikataulu .....	21

<b>6</b>	<b>Yksilötietojen tallennusprosessin nykytilanne .....</b>	<b>23</b>
6.1	D-sarjan vaihteiden käyttökohteet .....	24
6.2	Valmiista vaihteesta tallennettavat tiedot.....	26
6.3	Komponenteista tallennettavat yksilötiedot .....	27
6.3.1	Mittapöytäkirjat.....	28
6.3.2	Materiaali- ja lämpökäsittelytodistukset.....	28
6.3.3	Erillisvaateiden mukaiset dokumentit .....	29
6.4	Yksilötietojen jakelu ja tallennus prosessin eri vaiheissa.....	30
6.4.1	Tiedostojen jakelu ja arkistointi .....	30
6.4.2	Kansioiden ja tiedostojen nimeäminen .....	31
6.5	Yksilötietojen käyttö tilaus- ja toimitusprosessissa .....	31
6.6	Tallentamisprosessissa havaittuja ongelmia.....	33
6.6.1	Digitointiprosessi .....	33
6.6.2	Tiedon arkistointi.....	33
6.6.3	Ongelmat käytännön työskentelyssä .....	34
<b>7</b>	<b>Yksilötietojen tallentamisprosessin kehittäminen .....</b>	<b>35</b>
7.1	Kokoonpanon tiedonkeruun sähköistäminen .....	35
7.2	Yrityksessä käytössä olevien järjestelmien mahdollisuudet .....	35
7.3	Jäljitettävyys Roima Lean Systemissä.....	36
7.4	Seurantatietojen muodostaminen järjestelmään .....	36
7.4.1	Seurantatietojen kentänimitykset.....	36
7.4.2	Seurantatietojen tietoryhmät.....	37
7.4.3	Laatuseurantasetit.....	39
7.4.4	Työn vaiheella syötettävät tiedot.....	41
7.4.5	Seurantatietojen selailu.....	42
7.5	Raporttien muodostaminen automaattisesti Lean Systemin seurantatiedoista .....	43

7.6	Käyttöönoton vaatimat toimenpiteet .....	44
7.7	Sähköisellä tiedonkeruulla ja järjestelmäintegraatiolla saavutettava kokonaisprosessi .....	46
<b>8</b>	<b>Tallentamisprosessin jatkokehittäminen .....</b>	<b>46</b>
8.1	Lean Systemin Tuotannon Työpiste -portaali .....	47
8.2	Lean Systemin Toimittaja-extranet -portaali .....	49
<b>9</b>	<b>Pohdinta.....</b>	<b>50</b>
	<b>Lähteet .....</b>	<b>54</b>
	<b>Liitteet.....</b>	<b>55</b>
	Liite 1. Ensimmäinen haastattelu .....	55
	Liite 2. Toinen haastattelu.....	56
	Liite 3. Kokoonpanon mittapöytäkirja PAF1 .....	57
	Liite 4. Lopputarkastuspöytäkirja PAF2.....	58
	Liite 5. Akselin yksilötietojen muodostuminen nykyisessä prosessissa .....	59
	Liite 6. Sähköisen tiedonkeruun kokonaisprosessi .....	60
	 <b>Kuviot</b>	
	Kuvio 1. Insinöörin ajankäyttö.....	16
	Kuvio 2. Tiedon elinkaaren vaiheet .....	17
	Kuvio 3. Ajankäytön suunnitelma .....	22
	Kuvio 4. Toteutunut ajankäyttö opinnäytetyössä .....	23
	Kuvio 5. Kuulamylyn segmenttikehäkäyttö D-sarjan vaihteella.....	24
	Kuvio 6. Teollisuusvaihdekäyttö yksinkertaistettuna.....	25
	Kuvio 7. Yksilötietojen käyttö toiminnoittain jaoteltuna .....	32
	Kuvio 8. Seurantatietojen kentänimitykset -ikkuna .....	37
	Kuvio 9. Seurantatietojen tietoryhmät .....	38
	Kuvio 10. Pääseurantatietoryhmän ”lieriövaihteet yksiportaiset” kenttiä.....	38
	Kuvio 11. Alaseurantatietoryhmän ”kokoonpano” kenttiä .....	39

Kuvio 12. Seurantasetin muodostuminen yksiportaiselle lieriövaihteelle .....	40
Kuvio 13. Seurantasetin kirjaaminen vaihteen nimikkeen tietoihin .....	40
Kuvio 14. Työn vaiheiden selailu .....	41
Kuvio 15. Kokoonpanon seurantatietojen kirjaaminen .....	42
Kuvio 16. Seurantatietojen selailu .....	43
Kuvio 17. Käyttöönottovaiheen SWOT-analyysi .....	45
Kuvio 18. Tuotannon Työpiste -portaalin yleisilme.....	47
Kuvio 19. Mittatietojen kirjaus tuotantoportaalissa .....	48
Kuvio 20. Nimiketietojen tarkastelu toimittajaportaalissa, esimerkki.....	49

## **Taulukot**

Taulukko 1. Tuotteen elinkaari valmistajan näkökulmasta .....	8
Taulukko 2. Tuotteen elinkaari käyttäjän näkökulmasta .....	9

# 1 Johdanto

## 1.1 Opinnäytetyön aihe, tavoitteet ja rajaus

Tämän opinnäytetyön aiheena on komponenttien yksilötietojen tallentamisprosessin kehittäminen ja perusteiden selvittäminen sähköisen tiedon tallentamisprosessin käyttöön ottamiseksi. Opinnäytetyössä tehtävä kehitysprojekti sitoo yhteen tuotetiedon hallinnan sekä tuotteen elinkaaren hallinnan prosesseja ja menetelmiä. Yksilötietojen tallentaminen on keskeinen osa nykyaikaisen teollisuusyrityksen tuotetiedon hallintaa ja täten koskee tilaus- ja toimitusprosessin sisällä useaa eri työprosessia.

Kehitysprojektin perustan luo Santasalo Gears Oy:n rooli vaihteita kokoonpanevana ja huoltavana yrityksenä. Yrityksellä ei nykyisellään ole omaa osavalmistusta, vaan komponentit tilataan partnereilta ja alihankkijoilta yrityksen oman suunnittelun piirustusten sekä vaatimusten pohjalta. Valmiista komponenteista tuotetaan toimittajien sekä Santasalon toimesta erilaisia yksilötietoja, kuten todistuksia, dokumentteja ja pöytäkirjoja. Nämä toimitetaan Santasalolle sähköpostilla tai paperilla komponenttien mukana ja tallennetaan erilaisiin hakemistoihin verkkolevyille, pilvipalveluihin ja sähköpostiin. Työn aihe on ajankohtainen, koska yksilötietojen tallentamisprosessi on nykyisellään raskas ja vaatii usean työntekijän panoksen vaihteen tilaus- ja toimitusprosessin eri vaiheissa. Lisäksi asiakkaiden kasvavat vaatimukset edellyttävät parempaa jäljitettävyyttä komponenttitasolla.

Raportin teoriaosiossa käsitellään opinnäytetyön kannalta laajin asiakokonaisuus eli tuotteen elinkaaren hallinta sekä siihen keskeisesti liittyvä tuotetiedon hallinta prosesseineen ja ongelmineen. Tämän jälkeen perehdytään tiedonhallinnan perusteisiin. Käsiteltävän teorian avulla on mahdollista ymmärtää työn keskeisin asiakokonaisuus. Lisäksi sen avulla saadaan parempi ymmärrys kyseessä olevan kehittämisprojektin tarpeista, perusteista ja toteuttamisesta.

Opinnäytetyössä kuvataan nykyinen prosessi käyttämällä esimerkkinä yhtä teollisuusvaihtemallia ja sen yksilötietojen keräys- ja tallentamisprosessia. Tällä tavoin rajataan projektissa käsiteltävät komponentit mahdollisimman selkeästi ja saadaan pe-



rusteellinen kokonaiskuva tallennusprosessista. Mahdollisimman syvän prosessin nykytilan kartoituksen avulla suunniteltiin reaaliaikainen ja sähköinen yksilötietojen tallentamisprosessi sekä toimet sen käyttöön ottamiseksi.

Pääasialliset opinnäytetyöllä saatavat hyödyt koskevat tiedonkeruun toteuttamista reaaliaikaisena ja sähköisesti. Tästä saadaan monenlaisia etuja esimerkiksi kustannussäästöinä sekä voidaan varmistaa komponenttien jäljitettävyyden katkeamattomuus tulevaisuudessa. Kustannussäästöt muodostuvat, kun tietojen tallennusprosessin portaita vähennetään ja yksinkertaistetaan. Tämä helpottaa päivittäistä tekemistä prosessin eri vaiheissa sekä nopeuttaa yksilötietojen keräämistä ja hakuprosessia poikkeustilanteissa, esimerkiksi tuotteen vikaantuessa asiakkaalla.

Pitkällä aikavälillä saatavien kustannussäästöjen lisäksi tuotetiedon hallinnan kehittämisellä on laajempi vaikutus komponenttien jäljitettävyyden paranemisen kautta myös tuotteen elinkaaren suunnitteluun ja elinkaaren hallinnan parantamiseen. Tämä on puolestaan kytköksissä yrityksen laatustrategiaan, laatuvaikutelmaan sekä luotettavuuteen. Varsinkin huoltotoiminnassa yksilötietojen tallentamisprosessin kehittämistoimenpiteillä saavutetaan merkittäviä hyötyjä tulevaisuudessa.

## 1.2 Santasalo Gears Oy

Opinnäytetyön toimeksiantaja on Jyväskylässä sijaitseva teollisuusvaihdevalmistaja Santasalo Gears Oy. Yritys on osa globaalia David Brown Santasalo –konsernia, johon se fuusioitui kesäkuussa 2016. Yritys suunnittelee, kehittää ja valmistaa modulaarisia, standardisoituja sekä yksilöllisiin tarpeisiin räätälöityjä vaihteita raskaan teollisuuden yrityksille. Perinteisten lieriö- ja kartiohammasvaihteiden lisäksi valmistetaan planeettavaihteita sekä telavaihteita.

Vaihdevalmistuksen lisäksi yritys tarjoaa tuotteen täyden elinkaaren palvelut perusteellisesta huoltotoiminnasta kunnossapitoon, tuotteiden päivitykseen sekä modernisointiin asti. Jyväskylän tehtaan suurimmat asiakkaat ovat kaivosteollisuudessa, mineraalien käsittelyssä, puu- ja paperiteollisuudessa sekä energia- ja elintarviketeollisuudessa toimivat kotimaiset ja globaalit yritykset. Teollisuusvaihteiden käyttökohteita ovat erilaiset prosessilaitteet, kuten kuljettimet, sekoittimet, kuivaimet, pumput ja nostolaitteet. (DBS Business Guide 2018, 22.)

Fuusioituneella David Brown Santasalolla työskentelee maailmanlaajuisesti noin 1000 henkilöä. Vaihteita valmistetaan yhteensä seitsemässä tehtaassa ympäri maailman, erillisiä huoltokeskuksia on 24 kappaletta ja niiden lisäksi myynti- ja tukitoimintayksiköitä löytyy Euroopasta, Lähi-idästä, Kiinasta ja Etelä-Amerikasta. (Mts. 8.)

Santasalolla Gears Oy:llä on toimipisteitä Suomessa Jyväskylässä, Hyvinkäällä ja Oulussa. Santasalolla on Suomessa 169 työntekijää, joista Jyväskylän tehtaalla työskentelee yhteensä 134 henkilöä. Kokoonpanon vuosikapasiteetti on noin 1200 vaihdetta ja vastaavasti huollon 250 vaihdetta (mts. 9). Vuonna 2017 Jyväskylästä toimitettiin asiakkaille yhteensä 1400 teollisuusvaihdetta. Kokonaisliikevaihto oli 55,8 miljoonaa euroa, josta huoltoliiketoiminnan osuus oli merkittävät 13 miljoonaa euroa. (Mts. 22.)

## **2 PLM - tuotteen elinkaaren hallinta**

Tuotteen elinkaaren hallinnalla (Product Lifecycle Management, PLM) tarkoitetaan kaikkia niitä toimia ja menetelmiä, joiden avulla yrityksen valmistamien tuotteiden hallinta on mahdollista koko niiden elinkaaren ajan. Tuotteen kehittämiseen, suunnitteluun, valmistukseen ja kunnossapitoon liittyvien prosessien hallinta on tärkeää, jotta voidaan kilpailla asiakkaista muiden saman alan yritysten kanssa. PLM:n menetelmät ja toimintatavat mahdollistavat tuotteen nopeamman markkinoille saattamisajan (Time To Market) parantaen samalla tuotteeseen liittyvien tukitoimintojen, kuten kunnossapidon ja kehitystyön järjestämistä. PLM:n avulla tuotteen elinkaaren prosessit selkiytyvät, jolloin niiden aiheuttamiin kustannuksiin voidaan vaikuttaa alentavasti ja samalla tuotteen arvo saadaan maksimoitua helpommin havaittavien kustannussäästöjen avulla. (Stark 2006, 2.)

Tuotteen elinkaarihallintaan panostamiseen on nykyaikaisessa teknologia-alan yrityksessä useita painavia syitä, joista suurin osa liittyy kasvavaan tarpeeseen palvella asiakasta monipuolisemmin, laadukkaammin ja nopeammin. Yksi tärkeimmistä syistä on muutos valmistettavien tuotteiden luonteessa. Asiakkaat haluavat yhä räätälöidympiä tuotteita, jotka sopivat juuri heidän tarpeisiinsa. Yritykset puolestaan haluavat tarjota asiakkaalle fyysisen tuotteen lisäksi myös kokonaisvaltaiset elinkaari-palvelut esimerkiksi kunnossapito- ja huolto-ohjelmien avulla. Nämä seikat vaativat

toteutuakseen suuren määrän tietoa ja monipuolista osaamista, jota tulee pystyä hallitsemaan järjestelmällisellä tavalla. (Mts. 3.)

## 2.1 Tuotteen elinkaari

Teollisuusyrityksissä huomion kiinnittäminen tuotteen elinkaareen on noussut tärkeäksi varsinkin aloilla, joissa valmistettujen tuotteiden toiminnallinen elinikä on merkittävän pitkä (Stark 2006, 17). Tällaisia teknologisia tuotteita ovat esimerkiksi erilaiset kulkuvälineet sekä kokonaiset prosessilaitokset laitteineen. Tältä pohjalta tuotteen elinkaaren vaiheiden tarkastelu on oleellista myös teollisuusvaihteiden kohdalla, sillä niiden elinikä oikein huollettuna voi olla yli kymmenen vuotta ja ne ovat osa mahdollisesti pitkäikäistä prosessia sijoituskohteessaan.

Elinkaari ja elinikä ovat yleisesti tiedossa olevia käsitteitä eri asiayhteyksistä. Kuitenkin teollisuuden tuotteista puhuttaessa elinkaari ja sen eri vaiheet eivät ole niin selvästi määriteltävissä. Lähtökohtaisesti voidaan ajatella valmistajan näkevän tuotteen elinkaaren eri tavalla kuin asiakas, joka lopulta käyttää tuotetta hyödykseen omassa toiminnassaan. Starkin mukaan valmistajan näkökulmasta tuotteen elinkaari koostuu viidestä eri vaiheesta, jotka ovat mielikuva tuotteesta, kehittäminen, valmistaminen, tukitoiminta (huolto) ja ennustettu käytöstä poisto (ks. taulukko 1). Tuotteen käyttäjä näkee elinkaaren valmistumisvaiheen jälkeen eri tavalla. Huollon ja kunnossapidon tilalla asiakas näkee tuotteen käyttämiseen liittyviä asioita ja toisaalta käytöstä poisto tarkoittaa tuotteesta eroon pääsyä esimerkiksi kierrättämällä (ks. taulukko 2). (Stark 2006, 17-18.)

Taulukko 1. Tuotteen elinkaari valmistajan näkökulmasta (Stark 2006, muokattu)

1	2	3	4	5
Mielikuva	Kehitystyö	Valmistus	Tuki	Käytöstä poisto
			Huolto	

Taulukko 2. Tuotteen elinkaari käyttäjän näkökulmasta (Stark 2006, muokattu)

1	2	3	4	5
Mielikuva	Kehitystyö	Valmistus	Hyödyntäminen	Hävittäminen
			Käyttö	Kierrätys

Valmistajan ja asiakkaan näkemyserojen takia elinkaariajattelu on tärkeää, ja yhä useammin tuotteita valmistavat yritykset pyrkivät täyttämään asiakkaan tarpeet tuotteen toimituksen jälkeenkin. Tuotteen kehitystyön ja valmistuksen aikaisten prosessien lisäksi tulee hallita ja kehittää myös tukipalveluja, kuten huoltotoimintaa sekä suunnitella esimerkiksi se, miten käytöstä poistettu tuote voidaan kierrättää. Toisaalta tulee myös hallita tilanteet, joissa elinkaaren vaiheet voivat olla samanaikaisia. Tämä tapahtuu esimerkiksi käytössä olevan laitteen vikaantuessa. Vikaantunut osa hävitetään ja sen tilalle valmistetaan uusi osa. Tällöin tuotteen elinkaari jaetaan yksittäisten komponenttien elinkaariin. Kokonaisuutta hallitsemaan tarvitaan PLM:n menetelmiä. (Mts. 18-19.)

## 2.2 Jäljitettävyys

Jäljitettävyys (traceability) on laaja kokonaisuus tuotteen elinkaaren hallinnalla saatavutettavia konkreettisia asioita. Mitä paremmin tuotteen elinkaari, sen vaiheet, prosessit ja niissä luotu tieto ovat hallittavissa, sitä paremmalla tasolla jäljitettävyys on. Jäljitettävyys voidaan jakaa elinkaarivaiheiden kokonaisuuksiin. Immosen ja Sääksjärven mukaan jäljitettävyyttä on kahta eri tyyppiä: tuoteprosessin jäljitettävyyttä sekä asiakasprosessin jäljitettävyyttä. Tuoteprosessin jäljitettävyys rajataan suunnittelu- ja tuotekehitysprosessien vaiheiden jäljitettävyyteen. Asiakasprosessin jäljitettävyydellä puolestaan tarkoitetaan yhden tietyn tuotteen tilaus- ja toimitusprosessin jäljittämistä. (Immonen & Sääksvuori 2002, 117.)

Tuoteprosessin jäljitettävyys toteutuu nykyaikaisessa teknologia-alan yrityksessä asiakasprosessin jäljitettävyyttä vaivattomammin, koska suunnittelu ja tuotekehitys käyttävät suunnittelu- ja tuotekehitysohjelmistoja, joista tieto voidaan suoraan siirtää erillisiin PDM- tai PLM-järjestelmiin. Tämä mahdollistaa esimerkiksi nimikkeistön,

tuoterakenteiden ja piirustusten eli koko suunnitteluelinkaaren tietojen jäljitettävyyden. (Mts. 117.)

Asiakasprosessin jäljitettävyydellä tarkoitetaan tuotteen ja sen komponenttien koko tilaus- ja toimitusprosessin aikana syntyvien tietojen kontrollointia. Tällaista tietoa ovat esimerkiksi tuoteyksilön suunnittelussa syntyvät tuoterakenteet ja niiden pohjalta ostettujen tai itse valmistettujen komponenttien valmistustiedot, sarjanumerot sekä erilaiset testaustiedot. Ongelmia jäljitettävyyteen aiheutuu varsinkin silloin, kun osa tuotteen valmistusprosessista on ulkoistettu. Oikean tiedon siirtäminen esimerkiksi komponenttitoimittajalta loppuasiakkaalle on haastavaa, koska prosessiketjuun kuuluvat yritykset saattavat käyttää eri tietojärjestelmiä. Asiakasprosessin jäljitettävyydessä olennaisinta on määritellä se tieto, mitä halutaan kerätä ja jäljittää.

Toiseksi, jäljitettävyyden mahdollistamiseksi tulisi jollain tavalla pystyä yhdistämään komponenttiyksilö ja siihen kuuluva tieto niin, että ketju olisi mahdollisimman eheä ja virheetön. (Mts. 117-118.)

Jäljitettävyyttä voidaan perustella laatuun ja riskienhallintaan liittyvin syin, jotka molemmat aiheuttavat epäonnistuessaan yritykselle ylimääräisiä kustannuksia. Huono jäljitettävyys on usein rinnastettavissa korkeisiin laatu-kustannuksiin. Tilaus- ja toimitusprosessin jäljitettävyyttä parantamalla voidaan havaita virheelliset komponentit mahdollisimman aikaisin jo ennen niiden siirtämistä kokoonpanoon tai osavalmistukseen ja tällöin estää virheellisen komponentin ajautuminen asiakkaalle. Samalla voidaan tehdä muutoksia valmistusprosessiin, jotta virheellisiä komponentteja ei enää syntyisi. Tällöin voidaan vähentää valmistuskustannuksia tehostamalla valmistusprosesseja ja toisaalta minimoida erilaiset virheistä johtuvat palautukset, takuutyöt sekä niiden myötä aleneva tuotemerkin arvo. (Immonen & Sääksvuori 2002, 118; Stark 2006, 60.)

Asiakasprosessin jäljitettävyydellä pyritään lisäämään turvallisuutta ja parantamaan yrityksen riskienhallintaa. Teknolוגiateollisuudessa valmistajien lisääntynyt tuotevastuu ja sen myötä kasvaneet korvausvelvollisuudet ovat merkittävä syy luoda tuoteyksilökohtainen katkeamaton jäljitettävyyshetju. Eheää jäljitettävyyttä tarvitaan esimerkiksi tilanteissa, jossa koneen osa hajoaa ja aiheuttaa vaaratilanteen asiakkaalla.

Tällöin tulee selvittää kyseisen komponentin valmistusketju virheiden varalta ja mahdollisesti löytää samasta erästä valmistetut muut komponentit takaisinkutsun toteuttamiseksi. (Immonen & Sääksvuori 2002, 117.)

### **3 PDM – Tuotetiedon hallinta**

#### **3.1 Tuotetiedon hallinta käsitteenä**

Tuotetiedon hallinnalla (Product Data Management, PDM) tarkoitetaan järjestelmällistä ja ohjattua tiedonhallinnallista menetelmää, jonka avulla voidaan hallita kaikkia niitä prosesseja, joita tarvitaan teollisesti valmistettavan tuotteen koko elinkaaren ajan kehittämisestä romuttamiseen asti. Tuotetiedon hallinnan keskiössä ovat yrityksen valmistama tuote sekä sen ympärille rakennettu strategia ja sen asettamat vaatimukset tiedon luomiselle, päivittämiselle ja arkistoinnille. Toiminnan tavoitteena on yrityksen kaikkien työntekijöiden tuottaman ja hallitseman tiedon hyödyntäminen mahdollisimman tehokkaasti niin, että se on mahdollisimman helposti kaikkien sitä tarvitsevien saatavissa yli prosessirajojen. (Immonen & Sääksvuori 2002, 13.)

Tuotetiedon hallinta ja sen kehittäminen eivät välttämättä tarkoita resurssien kohdentamista ainoastaan tietojärjestelmiin, vaan PDM tulisi ajatella kokonaisvaltaisena eri prosessien luomaa tietoa yhdistävänä menetelmänä. Tuotetiedon hallinnan tärkeimmät osa-alueet ovatkin tuotetiedon lisäksi nimikkeistö, tuoterakenteet sekä erityiset tietojärjestelmät, joiden avulla yrityksen liiketoimintaprosesseissa syntyvää tietoa voidaan hallita erilaisten tiedostojen välisten linkkien ja suhteiden avulla. (Immonen & Sääksvuori 2002, 17-30; Stark 2006, 244-245.)

#### **3.2 Tuotetieto**

Tuotetieto koostuu itse fyysisen tuotteen tiedoista ja kaikkien tuotteen työnkulkuun liittyvien prosessien muodostamasta tiedosta. Tuotteen kaikki tiedot voidaan jakaa kolmeen eri ryhmään: tuotteen määrittely- ja elinkaaritietoihin sekä metatietoihin, joiden avulla kaikkea tietoa on mahdollista hallita. (Immonen & Sääksvuori 2002, 17; Stark 2006, 82.)

Kaiken tuotteeseen liittyvän tiedon perustana on toimiva nimikkeistö. Ilman sitä piirustusten, 3D-mallien, komponenttien, tuotteiden, palvelujen ja dokumenttien systemaattinen hallinta olisi käytännössä mahdotonta. Paremman hallittavuuden kannalta nimikkeistön tulee olla jollain tavalla rakenteellinen sekä rajattu. Kaikkien toimintatapojen ja tarvikkeiden ei ole välttämätöntä kuulua yrityksen kattavan nimikejärjestelmän piiriin. Nimikkeiden ja eri nimikeluokkien suhteiden tulee kuitenkin olla selvillä ja erilaisten pää- ja alanimikkeiden käyttö on suositeltavaa systeemin loogisuuden kannalta. Kuitenkin on huomioitava, että alihankintaan ja partneritoimintaan perustuvissa yrityksissä yhteneväisen nimikointitavan ylläpito ei aina ole mahdollista tai välttämätöntä. (Immonen & Sääksvuori 2002, 19-20.)

Tuotteen määrittelytiedoilla tarkoitetaan fyysisen tuotteen kehityksen, suunnittelun ja valmistuksen tuottamia tietoja. Näitä tietoja ovat esimerkiksi akseleiden halkaisijat, pintojen kovuusarvot ja testaustulokset. Nämä tiedot kytkeytyvät lähes aina erityiseen tuoterakenteeseen. Tuoterakenne on hierarkkinen rakenne lähtien komponenttitasolta osakokoonpanoihin, niistä valmiiseen tuotteeseen ja kokonaiseen tuotesarjaan saakka. Tuoterakenteesta voidaan muodostaa tietylle tuotteelle oma osaluettelonsa (Bill Of Materials). Tuoterakenne toimii perustana tuotteesta tuotettujen tietojen suhteiden välillä. Erilaisissa tietojärjestelmissä tuoterakenteeseen voidaan kytkeä piirustusten ja osaluetteloiden lisäksi myös komponenttien dokumenttitietoja.

Tuotteen elinkaaritiedot ovat puolestaan tietoja, jotka syntyvät koko tuotteen elinkaaren aikana senkin jälkeen, kun valmis tuote lähtee valmistajalta asiakkaalle. Tällaisia tietoja ovat esimerkiksi huolloista ja päivityksistä johtuvat tiedot, elinkaaren aikana muuttuvat tuotteeseen liittyvät säädökset ja lait sekä tuotteen hävittämisestä syntyvät tiedot.

### 3.3 Tuotetiedon hallinta eri prosesseissa

Tuotetietojen hallinnan tarpeet teknologiayrityksen eri työprosesseissa vaihtelevat sen mukaan, kuka tietoa luo, missä muodossa tieto on ja ketkä kaikki sitä käyttävät. Tiedonhallintaan keskittyminen painottuu suurelta osin suunnitteluun ja tuotekehitykseen, mutta pitkin tuotteen työnkulkua hallittavaa tietoa tuottavat ja käyttävät myös myynti, tuotanto, jälkimarkkinointi ja alihankkijat. Eri prosessien luoma tieto

kytkeytyy tuotteen elinkaarivaiheisiin ja sitä kautta elinkaarenhallintaan, tehden tuotetiedonhallinnasta yrityksen liiketoimintaa tukevan järjestelmän. (Immonen & Sääksvuori 2002, 41, 46; Stark 2006, 83.)

### 3.3.1 Myynti ja markkinointi

Myynti ja markkinointi toimivat talouden sekä tuotekehityksen ja suunnittelun väli-maastossa. Talousosasto tekee ennakkolaskelmat esimerkiksi uuden tuotteen markkinointiprosessiin. Tällöin markkinointiin laskettujen varojen käytön suunnitelman tulee olla molempien prosessien hallittavissa. Toisaalta markkinoinnin on päästävä käsiksi suunnittelun tuottamaan tietoon, tuoterakenteisiin, osaluetteloihin ja dokumentteihin, jotta tiedetään, mitä markkinoidaan milläkin hinnalla. Lisäksi myynnin on pystyttävä suunnittelun ja tuotannon antamien tietojen pohjalta kertomaan asiakkaalle, mitä ominaisuuksia tuotteeseen voidaan toteuttaa. Tuoterakenteeseen ja komponenttien valmistustietoihin perustuva tiedonhallinta mahdollistaa myynnin suunnittelun, asiakkaalle räätälöidyn tuotteen hinnoittelun ja tarjouslaskennan. (Immonen & Sääksvuori 2002, 44-45; Stark 2006, 84.)

Myynti toimii usein linkkinä asiakkaan ja tuotteen valmistusprosessin välillä. Tästä syystä myynnin on hyvä päästä käsiksi kaikkiin tilaus- ja toimitusprosessin tietoihin ilman, että kaikkia prosessin vaiheita tarvitsee konsultoida erikseen.

### 3.3.2 Suunnittelu ja tuotekehitys

Tuotetieto ja sen hallinta liitetään yleensä varsinkin suunnitteluun ja tuotekehitykseen (Immonen & Sääksvuori 2002, 43). Tämä on ymmärrettävää, koska ne tuottavat suuren määrän erilaista dataa, kuten laskelmia, testejä, piirustuksia ja 3D-malleja valmistettavista tuotteista. Suunnittelu ja tuotekehitys usein myös hallitsevat tuoterakenteita ja tuotteiden osaluetteloita. Näihin kiinnittyy jälkikäteen monessa muussa prosessissa tuotettua tietoa, joten syntyvät tietokokonaisuudet ovat laajoja ja niiden virheettömyyttä ja laatua voidaan parantaa keskittymällä tuotetiedon hallintaan.

Toinen merkittävä näkökulma suunnittelun ja tuotekehityksen tehokkaan ja virheettömän toiminnan takaamisessa on muutostenhallinta. Muutostenhallinta pohjautuu tiedonhallinnan perusteisiin ja versioidenhallintaan, joita käsitellään myöhemmin lu-



vussa 4. Käytännössä muutostenhallinnalla tarkoitetaan esimerkiksi muutosten tekemistä jo hyväksyttyihin piirustuksiin sekä tämän tiedon kulkeutumista valmistukseen tai alihankintaan. Lisäksi suuresta tietomäärästä johtuen suunnittelussa tulee huolehtia siitä, että muutokset kohdennetaan oikeaan dokumenttiin eli viimeisimmäksi päivitettyyn tiedostoon. (Mts. 43.)

### 3.3.3 Alihankinta

Päämiehen ja alihankkijoiden välisessä tuotetietojen hallinnassa suurimmat ongelmat liittyvät yhteisten tiedonhallintamenetelmien puuttumiseen. Tätä voidaan parantaa käyttöoikeuksien avulla, mikäli molemmilla yrityksillä on käytössään samat tietojärjestelmät. Tämä mahdollistaa tarvittavien tietojen siirron suoraan alihankintayritykseltä päämiehelle niin, että sitä ei tarvitse muuttaa muodosta toiseen tai siirtää montaa eri reittiä saavuttaakseen lopullisen arkistointipaikan. (Immonen & Sääksvuori 2002, 45-46.)

### 3.3.4 Tuotanto

Tuotantoa ei yleensä ajatella tärkeänä prosessina tuotetiedonhallinnallisesta näkökulmasta. Tämä johtuu pitkälti siitä, että tuotannon mahdollisuudet käyttää hyväksi tuotetietoa hallitsevia järjestelmiä nähdään melko suppeiksi (Stark 2006, 43). Lisäksi yrityksissä keskitytään kontrolloimaan kaikkea tuotteen valmistamiseksi tarvittavaa tietoa, mutta samalla unohdetaan valmistuksessa syntyvän tiedon merkitys ja sen kytkeytyminen esimerkiksi oston, myynnin sekä laadun toimiin ja niiden pohjalta kokonaisjäljitettävyyteen. Tuotannossa syntyvät ja kirjattavat tiedot luovat pohjan tuotteen elinkaaren aikaiselle tietojen hallinnalle sekä tuotteiden ja valmistusmenetelmien jatkokehittämiselle.

Tuotannossa syntyvää tietoa ovat esimerkiksi työstökoneisiin liittyvät tiedot, kuten huollot, asetusajat, työstöohjelmat ja käyttötiedot komponenttien valmistuksen ajalta. Tuotannossa syntyy myös paljon tuotteen ominaisuuksista kertovia tietoja, joilla on merkitystä tuotteen muissa elinkaaren vaiheissa. Näitä tietoja ovat erilaiset mittatiedot, testi- ja koetulokset ja komponenttien yksilö- ja sarjanumerot. On siis merkitys sillä, miten ja mihin muotoon tuotannossa syntyvä tieto tallennetaan.

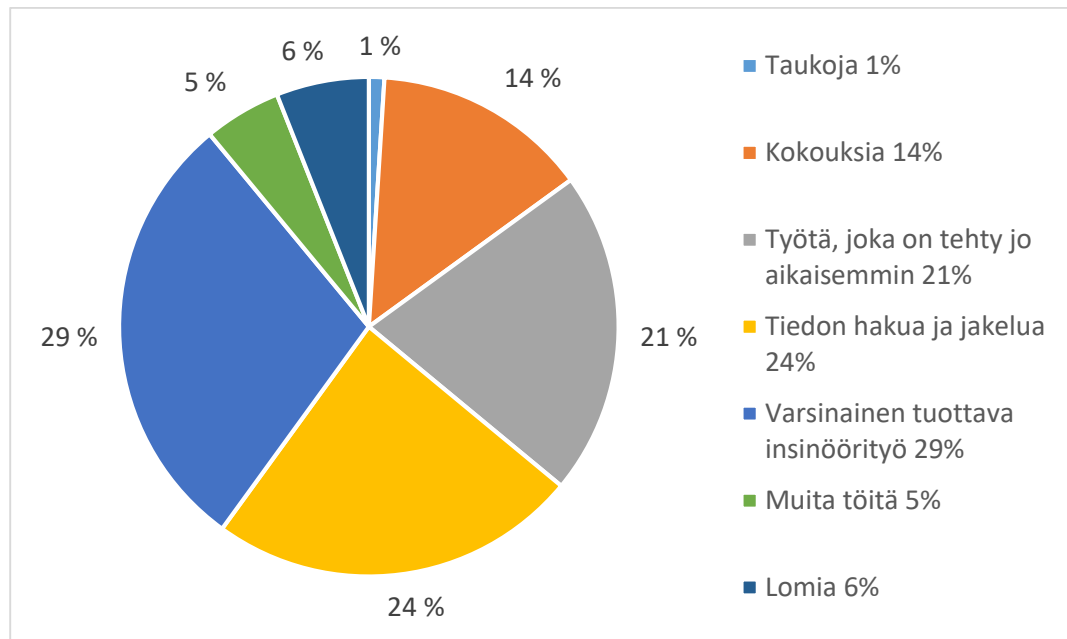
## 4 Tiedonhallinta

Huolimatta siitä, että tämä opinnäytetyö on tehty teknologia-alan yrityksen tarpeisiin ja vielä tarkemmin tuotteiden komponenttien yksilötietojen hallintaan, on perusteltua käsitellä tiedonhallintaa yleisellä tasolla. Manuaalisen ja digitaalisen tiedon kontrolloimiseen pätevät samat lainalaisuudet tiedon tyypistä, muodosta tai sisällöstä huolimatta. Lisäksi tiedonhallintaa yleisesti tarkastelemalla voidaan havaita suoria kehityskohteita yrityksessä nykyisin käytössä olevaan prosessiin.

### 4.1 Tieto organisaatiossa

Tietotyötä tekee nykyaikaisessa yritysmaailmassa lähes 90 % kaikista työntekijöistä. Tietotyötä on kaikki eri muodoissa olevan tiedon käsittely, hallinta sekä tuottaminen. Tämän jakauman perusteella on selvää, että yritysten strategiat perustuvat suurilta osin tietoon ja siitä syntyvään erityisosaamiseen, jonka myötä kilpailuetu markkinoilla syntyy. Tästä syystä asiantuntijaluonteisen tietotyön tehokkuutta ei kasvateta optimaalisimmin itse työprosesseja tehostamalla. Tärkein tietotyötä kokonaisuudessa tehostava seikka on panostaminen tiedon haku- ja yhdistelytekniikoiden kehittämiseen yhdessä eri tietosisältöjen yhteensopivuuden eli tietointegraation kanssa. (Kaario & Peltola 2008, 4.)

Insinöörin työstä tiedon hakua ja jakelua on noin neljäsosa (ks. kuvio 1). Lisäksi 20 % insinöörin ajasta kuluu jo aikaisemmin tehdyn työn tekemiseen uudelleen. Yhdessä nämä vievät insinöörin ajasta lähes puolet varsinaisen tuottavan insinöörityön jäädessä alle 30 %:iin kaikesta ajasta. Tältä pohjalta on todettavissa, että tiedonhallintaan liittyvien prosessien, järjestelmien ja toimintatapojen kehittämisellä on dramaattinen vaikutus tuottavan insinöörityön tehostamiseen. Tiedonhallinnan tehostaminen, tiedostojen välisten linkitysten parantaminen ja tietointegraatio voi kokonaan poistaa jo tehdyn työn tekemisen uudelleen.



Kuvio 1. Insinöörin ajankäyttö (Sääksvuori & Immonen 2002, muokattu)

Nykyään samalla yrityksellä voi olla liiketoimintayksiköitä monessa eri kaupungissa, eri maissa ja eri mantereilla. Tällöin organisaation sisäisten osastojen, sosiaalisten yhteisöjen ja niiden tuottaman tiedon välille syntyy väkisinkin rajoja, jotka pyrkivät rajoittamaan yhteisten tietovirtojen hallintaa (Kaario & Peltola 2008, 5). Tästä syystä tulisi keskittyä tunnistamaan tiedonhallintaan negatiivisesti vaikuttavia rajapintoja ja pyrkiä löytämään keinoja esimerkiksi erilaisten tietojärjestelmien avulla, jotta olennainen tieto olisi kaikkien organisaation yksiköiden saatavissa. Tätä kautta voidaan tehostaa myös eri organisaatioiden välistä tiedonkulkua, mikäli yritykset toimivat yhdessä siten, että tuottavat arvoa lopulliselle tuotteelle tai palvelulle.

## 4.2 Tiedon elinkaari

Kuten teollisella tuotteella, myös tiedolla on oma elinkaarensa. Tiedon elinkaaren vaiheisiin ja pituuteen vaikuttaa tärkeimpänä tietosisällön tyyppi. Esimerkiksi Word -muotoisen kokouspöytäkirjan elinkaari on yksinkertaisemmin määritettävissä kuin

tuotekehityksen suunnitteluohjelmalla tekemän 3D-mallin ja siitä johdettujen piirustustiedostojen elinkaaret. Yleisesti kaikenlaisen tiedon elinkaaren vaiheet voidaan jakaa neljään päävaiheeseen (ks. kuvio 2). (Kaario & Peltola 2008, 9-10.)



Kuvio 2. Tiedon elinkaaren vaiheet (Kaario & Peltola 2008, 10, muokattu)

### Tiedon taltiointi

Tiedon taltiointiin lasketaan kuuluvaksi kaikki vaiheet tiedon muodostamisesta sen taltioimiseen saakka. Tieto voi olla dokumenteissa, sähköposteissa, valokuvissa sekä erilaisissa suunnittelun tiedostoissa. Taltioinnin yhteydessä tieto muutetaan sellaiseen muotoon, joka on tarpeellista tulevaisuudessa tiedon hakemisen, käytettävyyden ja hallittavuuden kannalta. Tämä tarkoittaa esimerkiksi ei-sähköisen tiedon muuttamista sähköiseksi esimerkiksi skannaamalla tai muuten digitoimalla tietojärjestelmissä käytettäväksi. Tiedon sähköistäminen vaatii runsaasti aikaa sekä resursseja ja on täten mahdollisesti kallis prosessi. Tästä syystä tärkeintä on saada liiketoiminnan kannalta olennainen tieto taltioitua käytössä oleviin tietojärjestelmiin. (Kaario & Peltola 2008, 10.)

## **Tiedon ylläpito, hallinta ja arkistointi**

Tiedon taltioinnin ja jakelun väliin sijoittuu erilaisina vaiheina joukko tietojen ylläpitoon, hallintaan ja arkistointiin liittyviä toimenpiteitä. Näissä vaiheissa on enimmäkseen kyse organisaation tiedonhallinnalle määrittämien tavoitteiden ja toimintatapojen noudattamisesta ja toteuttamisesta. Lisäksi esimerkiksi versioidenhallinta, digitointi ja arkistointi voivat tapahtua missä tahansa elinkaaren vaiheessa, alkaen tiedon synnystä tiedoston tai asiakirjan tuhoamiseen asti. Jos tiedoston elinkaari on hyvin pitkä tai sitä strategisesti tulee säilyttää pitkään, tulee yrityksessä pohtia, miten tietojen arkistointi tapahtuu ja kuinka pitkään mitään dokumentteja säilytetään ennen niiden tuhoamista. (Kaario & Peltola 2008, 12.)

## **Tiedon jakelu ja julkaisu**

Tiedon julkaiseminen on tiedon taltiointia ja luomista seuraava vaihe. Tiedon julkaisuun liittyy keskeisesti versioidenhallinta, koska julkaistava ja jaettava tieto ei usein ole alkuperäisessä muodossaan (Kaario & Peltola 2008, 11). Lisäksi yrityksen strategian ja käytettävien tietojärjestelmien mukaan tietoa voidaan jakaa, julkaista ja säilyttää monikanavaisissa ympäristöissä, esimerkiksi pilvipalveluissa tai teollisuudessa toiminnanohjausjärjestelmissä ja PDM- ja PLM-ohjelmistoissa.

### **4.3 Versioiden hallinta**

Tiedonhallintaan liittyy keskeisesti myös tiedostojen versioiden hallinta. Alkeellisimmillaan tämä toteutetaan ilman minkäänlaista tietojärjestelmää, esimerkiksi tekemällä verkkolevyille kansiorakenteita ja huolehtimalla niissä sijaitsevien tiedostojen yhtenäisestä nimeämistavasta. Erilaisia tietosisältöjä sisältävistä tiedostotyypeistä tehdään niiden elinkaaren aikana kuitenkin useita eri versioita. Tästä johtuen varsinkin yhteiskäytössä verkkolevyillä tai tietojärjestelmissä olevissa tiedostoissa tulisi olla vähintään sisään- ja uloskuittausominaisuudet, jotta tiedoston sen hetkiselä käyttöjällä olisi aina käytössään oikea versio. Näin voitaisiin välttyä päällekkäisiltä muokkauksilta ja sitä kautta syntyviltä virheiltä. (Kaario & Peltola 2008, 23-24.)

## 4.4 Metatieto

Metatieto on tietoa tiedosta. Tällä tarkoitetaan matalimmalla tasolla tiedostoon kytettyjä tietoja tiedoston tyypistä, tekijästä ja muokkausajasta. Tämän lisäksi tarpeellista voi olla eritellä sisällöllisiä metatietoja, joiden avulla tiedoston sisältöä voidaan kuvailla. Yleensä sisällölliset metatiedot pyritään kytkemään yrityksen yleiseen käsitteistöön, jotta ne ymmärretään samalla tavalla toiminnoista riippumatta. Yleisesti pyritään siihen, että käyttäjän ei tule kirjata kuin muutama metatieto, suurin osa metatiedoista täydentyy automaattisesti esimerkiksi tietosisällön kautta automaattisesti. (Kaario & Peltola 2008, 25-27.)

## 5 Kehittämistutkimuksen toteutus

Tämä opinnäytetyö on nimensä mukaisesti kehittämistutkimus. Tästä johtuen kehitettävän prosessin nykytilan määrittäminen on tärkeimpiä projektin vaiheita, jotta työn tavoitteet on mahdollista saavuttaa. Määrittelyvaiheessa nykytilanteen kartoitukseen on varattava riittävästi aikaa, jotta mahdollistetaan tarpeeksi syvä ja laaja analyysi prosessin oikeista ongelmista sekä kehityskohteista. (Kananen 2012, 53.)

Kehittämistutkimus –tyyppisen opinnäytetyön tutkimusotteita ja lähestymistapoja käsittelee Kananen. Hänen kokoamansa oppaan mukaan kehittämistutkimus on moniotteinen tutkimustyyppi. Tämä tarkoittaa sitä, että tutkimuksen toteuttamiseksi ei ennakoon voi määrittää selkeästi vain yhtä menetelmää, vaan se sisältää yleensä sekä laadullisen (kvalitatiivisen), että määrällisen (kvantitatiivisen) tutkimuksen piirteitä ja niille ominaisia tiedonkeruu- ja analyysimenetelmiä. Valinnat näiden tutkimusmenetelmien välillä tehdään kehitettävän prosessin ja sen kehitystyölle asetettujen tavoitteiden perusteella. Lisäksi kehitystä on pystyttävä mittaamaan konkreettisesti jollain valitulla tavalla. (Kananen 2012, 25-28.)

### 5.1 Määrittelyvaiheen tiedonkeruumenetelmät

Opinnäytetyön aihealueeseen liittyvän tietoperustan tutkimuksen perusteella yksityiskohtaista suoraa tietoa yksilötietojen tallentamisprosessista tai vastaavista mene-

telmistä on hyvin rajallisesti tarjolla kirjoissa tai tehdyissä tutkimuksissa. Kuten opin-  
näytetyön tietoperustasta käy ilmi, tämän kehittämisprojektin aihe on yhdistelmä  
useista teknologiayrityksen toiminnan alueista. Tästä johtuen tässä opinnäytetyössä  
pyrittiin määrittelyvaiheessa syvään ymmärrykseen prosessin nykytilanteesta, vertaa-  
maan sitä teoriaan ja tätä kautta löytämään tärkeimmät kehitettävät asiat.

Huolimatta aikaisemmasta työkokemuksesta ja työtehtävistäni yrityksen laatuosas-  
tolla, pyrin suhtautumaan kehittämisprojektiin mahdollisimman objektiivisesti. Olin  
luonut aikaisempien kokemusten pohjalta oman kuvani prosessin nykytilasta havain-  
tojen ja välillisesti prosessiin liittyvien työtehtävien kautta. Tästä huolimatta halusin  
itselleni todellisen kuvan prosessin eri vaiheista ja niiden ongelmista. En pelkästään  
tutkimuksen tekijänä oman ymmärrykseni syventämiseksi, vaan opinnäytetyön on-  
nistumisen kannalta riittävän laajan lähtötilanteen kartoituksen takaamiseksi. Ilman  
sitä perusteltujen kehittämistoimenpiteiden tekeminen ja kehittämistyön onnistumi-  
sen arviointi olisi jäänyt puutteelliseksi.

### 5.1.1 Teemahaastattelut

Lähtötilanteen määrittelyn aloitin systemaattisesti merkitsemällä muistiin asioita,  
joita tiesin ennestään, ja toisaalta asioita, jotka tietoperustan tutkimisen pohjalta he-  
rättivät kysymyksiä nykyisessä prosessissa. Tämän jälkeen aloitin lähtötilanteen sel-  
vittämisen teemahaastatteluilla, joihin teemat eli käsiteltävät aihekokonaisuudet  
määräytyivät pääasiassa edellä mainitun pohdinnan kautta. Ennakkoon suunnitellut,  
hyvin järjestelmälliset ja strukturoidut kysymykset eivät olisi olleet teemahaastatte-  
lun tarkoituksen mukaisia. Kanasen (2012, 60-62) mukaan ne olisivat jättäneet pois  
teemahaastattelun avoimuuden sekä mahdollisuuden haastateltaville henkilöille  
tuoda teemoista esiin uusia näkökulmia ja mahdollisesti jatkokysymyksiä herättäviä  
asioita. Tästä syystä mietin ennakkoon haastattelujen aihealueet, välttämättömät ky-  
symykset ja johdattelevia puheenaiheita (ks. liite 1), joista avoimen keskustelun  
kautta usein nousi ylös asioita, jotka olisivat jääneet muuten pimentoon.

Haastatellut henkilöt valikoituivat työtehtäviensä sekä erityisosaamisalueidensa pe-  
rusteella. Ensimmäinen haastattelu käytiin yleiseen jäljitettävyydysprosessiin liittyen  
yhdessä laadun kehityksinsinöörin Juha Viljasjärven sekä laatuteknikko Jukka Paatolan

kanssa. Ensimmäisen haastattelun tarkoituksena oli tarkentaa oman tutkimustyön tuloksia sekä saada lisää tietoa prosessista ja siihen liittyvistä käytännön ongelmista. Toisessa määrittelyvaiheen haastattelussa tarkasteltiin erilaisten todistusten ja dokumenttien toimitukseen johtavia impulsseja, eli sitä, miksi tiettyjä dokumentteja tilataan ja miten prosessi etenee. Tavoitteena oli laaja ymmärrys kaikista eri jäljitettävyydestä sisältävistä dokumenteista. Haastattelu toteutettiin Skypen välityksellä Santasalon laatujohtajan Henriikka Huuskosen kanssa (ks. teemat liitteessä 2).

Kehittämisvaiheen alussa tietojärjestelmätekniikan tiedon ja osaamisen takaamiseksi haastateltiin useaan otteeseen tuotannonsuunnittelijaa Heimo Niemistä, jolla on vankka osaaminen Lean System -toiminnanohjausjärjestelmän käytöstä ja sen sovelluksista. Haastattelujen myötä tarkoituksena oli saada kuva Lean Systemin mahdollisuuksista jäljitettävyyden parantamisessa.

### 5.1.2 Benchmarking-kohteena Moventas Gears Oy

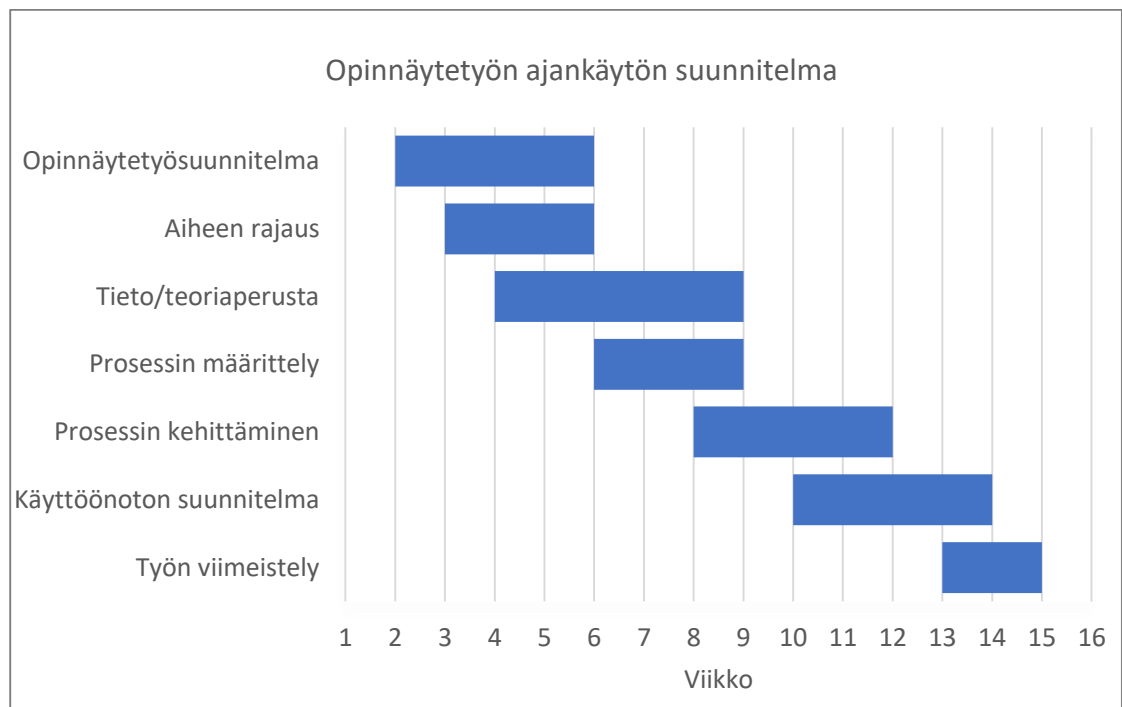
Opinnäytetyön kehitysvaiheen aikana vierailin Moventas Gears Oy:n tuulivoimavaihdetehtaalla, jossa kävin digitalisoinnin kehityspäällikön Kari Mäen kanssa läpi Lean Systemin portaaliversion mahdollisuuksia jäljitettävyyssominaisuuksien jatkokehitystä ajatellen. Opinnäytetyön kannalta oli hyvä nähdä, mihin suuntaan tietojärjestelmätekniisesti jäljitettävyyttä on järkevä viedä ja todeta se oikeasti toimivaksi.

## 5.2 Työvaiheet ja aikataulu

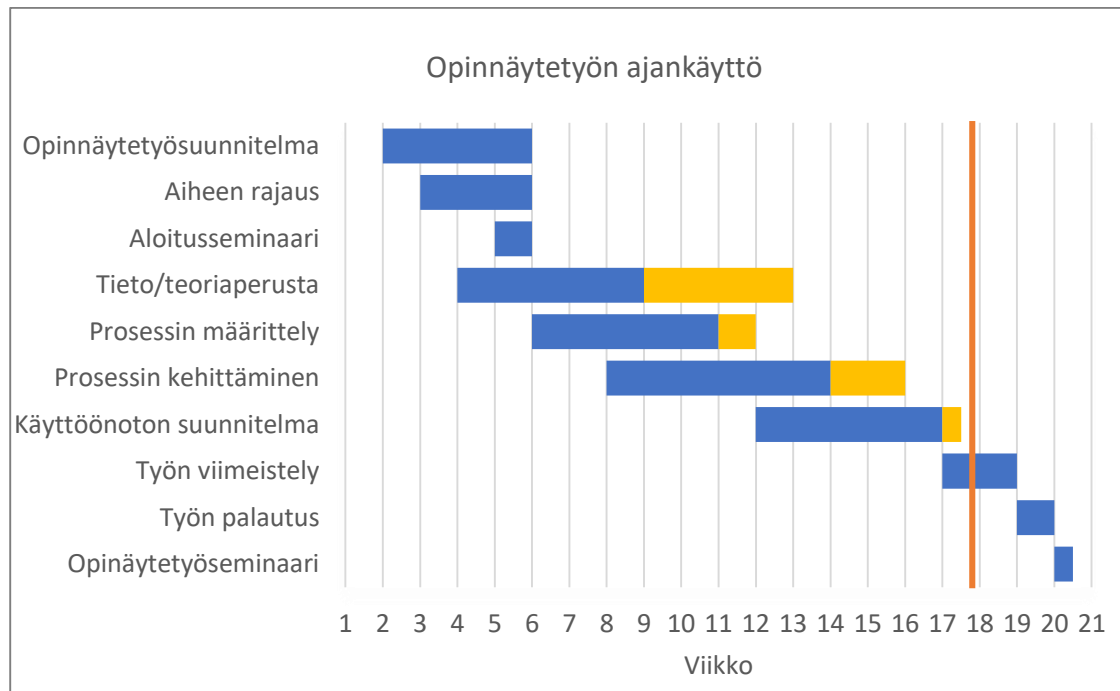
Opinnäytetyön suunnitteluvaiheessa kävin kehittämistutkimuksen tärkeimpiä vaiheita läpi, järjestin ne omaan työhöni sopiviksi ja muodostin niistä yhdessä opinnäytetyöprosessiin kuuluvien välttämättömien suoritusten kanssa Excelliin Gantt-kaavion. Tämä kaavio kuvaa työvaiheiden järjestystä, niiden välisiä riippuvuuksia ja niiden suorittamiseen suunniteltua aikaa. Kaavion etuna oli se, että sitä pystyi helposti muokkaamaan, esimerkiksi osoittamaan työvaiheet, joihin kului ennakoitua pidempi aika. Lisäksi kehittämistutkimuksen aikana pystyin muuttamaan tulevien vaiheiden kestoja, mikäli meneillä ollut vaihe toi lisätarpeita esimerkiksi teorian kartoitukseen tai varsinaiseen kehitystyöhön. Myös työvaiheiden lisääminen tarpeellisiin väleihin oli mahdollista. Alla ajankäytön alustavan suunnitelman opinnäytetyöprosessin alkuvai-



heilta (Ks. kuvio 3), sekä tarkennetun kaavion toteutuneesta ajankäytöstä opinnäytetyön ajalta (Ks. kuvio 4). Opinnäytetyön toteutuneen ajankäytön kaaviossa keltaisella on kuvattu työvaiheet, joihin kului suunniteltua pidempi aika.



Kuvio 3. Ajankäytön suunnitelma



Kuvio 4. Toteutunut ajankäyttö opinnäytetyössä

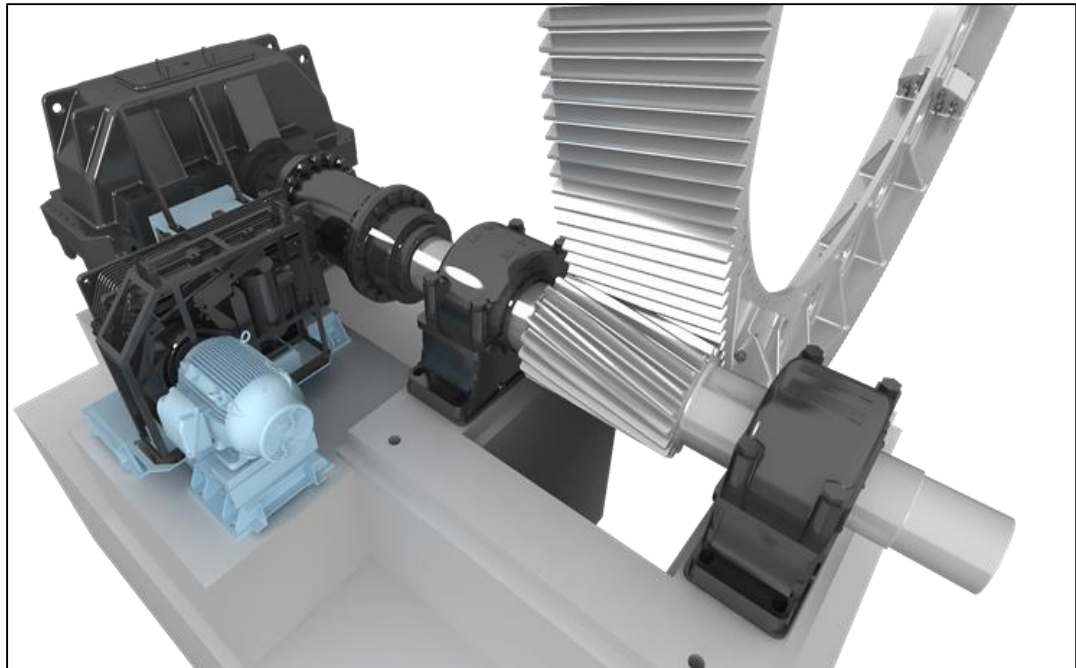
## 6 Yksilötietojen tallennusprosessin nykytilanne

Opinnäytetyössä kehitettävän tallennusprosessin määrittely ja lähtötilanteen analysointi aloitettiin tekemällä selkeä rajaus käsiteltävään aihealueeseen. Tämä tarkoitti keskittymistä D-sarjan (Duetto-sarjan) vaihteisiin ja niiden kokoonpanossa käytettävien komponenttien yksilötietojen tallentamisprosessin tutkimiseen. Ilman lähtötilanteen rajausta olisi kehittämistutkimuksessa käsiteltävien komponenttien, dokumenttien ja muiden olennaisten muuttujien määrä kasvanut liian suureksi, koska yrityksellä on laaja tuotevalikoima. Tämä olisi todennäköisesti johtanut liian pintapuoliseen ongelmatilanteen analyysiin ja sitä kautta kehittämistutkimuksen todennäköiseen epäonnistumiseen. Tiukka, yhden vaihdetyypin käsittävä rajaus mahdollistaa resurssien kohdistamisen prosessin kehittämisen kannalta olennaisiin asioihin opinnäytetyön tekemiseen varatussa ajassa. Tämän vaihdesarjan vaihteiden tilaus- ja toimitusprosessin eri vaiheiden myötä saadaan monipuolinen kuva komponenttien yksilötietojen tallentamisprosessin nykytilanteesta, ongelmista ja kehityskohteista. Kun

prosessia kehitetään tämän esimerkkitapauksen pohjalta, voidaan sitä laajentaa vattomammin käytettäväksi myös muiden vaihdetyyppien yhteyteen, myös globaalisti.

### 6.1 D-sarjan vaihteiden käyttökohteet

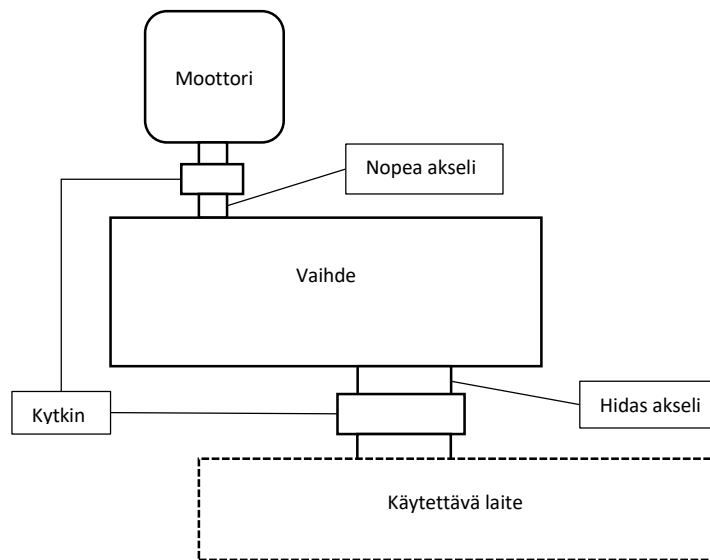
Santasalon eniten valmistama vaihdetyyppi: D-sarja on modulaarinen sarja erikokoisia lieriö- ja kartiohammasvaihteita moneen eri käyttökohteeseen. D-sarjan vaihteiden suurimmat käyttökohteet ovat metalli-, kaivos-, sementti- ja puuteollisuudessa. Niissä ne toimivat käyttömooottoreilta voimaa välittävinä komponentteina erilaisissa myllykäytöissä, sekoittimissa ja kuljettimissa. Sementtiteollisuudessa D-sarjan vaihteilla voidaan käyttää esimerkiksi erityisiä kierreuneja ja kuulamylyjä, joita pyöritetään vaihteen hitaaseen akseliin kiinnitetyn hammaskytkimen ja suuren hammasteuista segmenttikehistä rakennetun pyörän avulla (ks. kuvio 5).



Kuvio 5. Kuulamylyn segmenttikehäkäyttö D-sarjan vaihteella (Ball Mill Drives 2018)

## Teollisuusvaihteen rakenne

Teollisuusvaihteen sijoituskohdetta, siihen liittyviä moottoreita ja toimilaitteita, nimitetään yleensä käytöksi (ks. kuvio 6). Käyttö koostuu moottorista, jonka liike-energia välitetään vaihteen avulla käytettävään laitteeseen, sekä kytkimistä tai nivelakseleista, joilla vaihde liitetään akseleistaan tämän ketjun osaksi. Vaihde toimii usein korkeankin vääntömomentin siirtäjänä ja sen avulla saadaan muodostettua oikea välityssuhde moottorin ja toimilaitteen välille käytettävän prosessin vaatimusten mukaisesti. Välityssuhteeseen vaikuttavat hammaspyörien hammasluvut sekä hammaspyöräparien eli portaiden lukumäärä. Mitä enemmän portaita vaihteessa on, sitä suurempia välityssuhteita vaihteella voidaan saavuttaa.



Kuvio 6. Teollisuusvaihdekäyttö yksinkertaistettuna

Vaihteen toiminnan kannalta merkityksellisimmät komponentit ovat voimaa välittävät akselit ja niille ”krympättävät” eli lämpösovitettavat hammaspyörät. Lämpösovitaminen tarkoittaa akselin jäähdyttämistä eli supistamista esimerkiksi typen avulla sekä hammaspyörän sisähalkaisijan laajentamista lämmittämällä. Tämän prosessin

avulla hammaspyörä saadaan mahtumaan akselille, johon se kiinnittyy lämmön taantuuessa. Akselit ja hammaspyörät ovat koneistettuja valukomponentteja.

D-sarjan vaihteen kotelorakenne on kaksiosainen suoran jakotason eli kahden muotupuoliskon muodostama valukokonaisuus. Kotelovalujen suunnittelussa on otettu huomioon voitelun ja jäähdytyksen toimivuus suunnittelemalla valuun erilaisia sisäpuolisia muotoja sekä öljykouruja. Valun jälkeen koteloon on koneistettu paikat, joihin laakeroidut akselit, akseleiden kannet ja esimerkiksi tarkastusluukku kiinnitetään. Vaihde myös kiinnitetään käyttökohteeseen alapuolisen kotelovalun koneistuksien avulla.

D-sarjan vaihteita valmistetaan yksiportaisesta viisiportaiseen asti. Lieriöhammasvaihteita valmistetaan vaakatasossa olevan hitaan akselin lisäksi myös pystysuuntaisella hitaalla akselilla. Lieriöhammasvaihteiden akselit ovat aina saman suuntaiset. Kartiohammasvaihteilla puolestaan mahdollistetaan käyttävän moottorin ja käytettävän laitteen sijoittaminen suoraan kulmaan toisiinsa nähden esimerkiksi pystysuuntaisella nopealla akselilla ja vaakasuuntaisella hitaalla akselilla. Hidas akseli on yleensä umpinainen tappiakseli, mutta tilanteesta riippuen vaihde valmistetaan myös ontolla putkiakselilla. Vaihteen koko määräytyy käytön tarpeiden mukaan. Näiden tietojen pohjalta muodostuu myös vaihteen tarkka tyyppinimi. (DB Santasalo Marketing Material 2017, 8.)

## 6.2 Valmiista vaihteesta tallennettavat tiedot

Santasalolla valmistetusta vaihteesta syntyy erilaisia tietoja tilaus- ja toimitusprosessin eri vaiheissa. Kun suunnittelun tuottamia tietoja valmistettavasta tuotteesta (3D-mallit, piirustukset, osaluettelot jne.) ei oteta huomioon, tärkeimmät tuotteen elinkaaren kannalta merkitykselliset tiedot syntyvät komponenttien toimittajilla valmistusvaiheessa, erilaisista tarkastuksista sekä Santasalolla kokoonpanovaiheen aikana. Tietojen tallentaminen on monivaiheinen prosessi ja nykyisellään yhden vaihteen tiedot kerätään kokoonpanon jälkeen useasta eri lähteestä esimerkiksi laadun ja myynnin käyttöön.

## Kokoonpanon mittauspöytäkirja ja lopputarkastusraportti

Kokoonpanon tai vaihtoehtoisesti huollon aikana kokoonpanija täyttää vaihteesta käsin kokoonpanon mittauspöytäkirjan ”PAF1” (ks. liite 3), joka kulkee vaihteen piirustusten, teknisen erittelyn ja osaluettelon mukana kokoonpanoprosessin läpi. Perustietojen (vaihteen tyyppi, valmistusnumero ja työnnumero) lisäksi PAF1-dokumenttiin merkitään vaihteen kokoonpanossa vaihteen toiminnan kannalta oleellisia tietoja. Näitä ovat vierintäkivilykset, hammaskosketukset, akselien halkaisijat ja koeajotiedot. PAF1-dokumentin tietojen lisäksi tehdään koeajajien toimesta kattavampi koeajopöytäkirja Exceliin koko koeajon ajalta. (Huuskonen 2015.)

Kehittämistutkimuksen kannalta olennaisimmat PAF1-dokumenttiin kirjattavat asiat ovat vaihteeseen asennettujen komponenttien tietoja. Asennetuista laakereista merkitään valmistaja, valmistusmaa sekä laakerien tyypit. Lisäksi kirjataan yksilönumerot akseleista, hammaspyöristä ja koteloista.

PAF1-dokumentin liitteenä on lopputarkastusraportti ”PAF2” (ks. liite 4). Lopputarkastusraporttiin merkitään koeajon jälkeisten työvaiheiden tietoja. Maalauksesta kirjataan käytetty maalaujärjestelmä, värisävy sekä kalvonpaksuudet pohja- ja pintamaalin osalta. Loppuvarustelussa kirjataan asennettujen kytkimien ja käyttöpyörien yksilönumerot sekä käydään tarkastuslista läpi pakkausta varten. (Huuskonen 2015.) Lähettämössä kirjataan ennen vaihteen toimittamista asiakkaalle pakkauksen tyyppi, mitat ja paino. Lisäksi lähettämön henkilökunta ottaa vaihteesta pakkauskuvat verkkolevyllä mahdollisten kuljetuksen aikaisten vaurioiden varalta vakuudeksi siitä, että vaihde on pakattu oikein ja asiakkaan vaatimusten mukaisesti.

Kokoonpanossa täytetyt pöytäkirjat skannataan vaihteen pakkauksen jälkeen verkkolevyllä omaan kansioonsa, josta niitä voi hakea tilausnumeron (esim. ISD102000) ja vaihteen valmistusnumeron (esim. FI-110100) avulla. Lisäksi vaihteiden koeajosta täytetyt koeajopöytäkirjat löytyvät verkkolevyltä vaihdetyypin ja valmistusnumeron avulla.

### 6.3 Komponenteista tallennettavat yksilötiedot

Tärkeimmät yksilöseurattavat komponentit ovat akselit ja hammaspyörät sekä vaihteiden kotelot. Tämä johtuu akseleiden ja hammaspyörien roolista voimaa välittävänä

komponentteina. Tästä syystä niiden ominaisuuksilta vaaditaan paljon ja ne ovat valmistusteknisesti sekä toiminnallisesti teollisuusvaihteen vaativimpia komponentteja. Toisaalta myös koteloissa on tarkkoja mittavaatimuksia ja valuteknisesti haastavia rakenteita, jolloin valutapahtuman onnistuminen on tärkeää. Vikatilanteiden ehkäisemiseksi laadunvarmistus ja jäljitettävyyden ylläpito onnistuvat Santasalon tyyppisessä kokoonpanoon keskittyvässä tehtaassa pääosin erilaisten komponenteille tehtävien mittausten ja testien avulla. Tämä johtuu puhtaasti siitä, että komponenttien valmistus ei ole yrityksen sisäinen prosessi, vaan ulottuu komponenttien valmistuskoineistuksesta materiaalityömittajiin sekä valimoihin saakka. Tältä pohjalta yksilötietoja ovat kaikki ne pöytäkirjat, todistukset ja dokumentit, joita komponentista tuotetaan sen valmistus- ja laadunvarmistusprosessin aikana (ks. liite 5). (Huuskonen 2015.)

### 6.3.1 Mittapöytäkirjat

Mittapöytäkirjat ovat komponenttitoimittajien tai Santasalon luomia pöytäkirjoja, joilla todennetaan, että toimitetut komponentit ovat mitoiltaan Santasalon suunnitelmien piirustusten mukaisia ja täyttävät vaatimukset, jotka niille on asetettu esimerkiksi loppuasiakkaan toimesta.

Akseleiden ja hammaspyörien kokoonpanotapa on yksi syy niiltä vaadittaville tiukoille mittatoleransseille. Toinen tärkeä syy on vaihteen nopean ja hitaan akselin liittämismittojen oikeellisuus, jotta vaihteen liittäminen käytettävään järjestelmään onnistuu oikealla tavalla. Tällä tarkoitetaan esimerkiksi käytön kokoonpanossa käytettävän kytkimen ja akselin välisten sovitetoleranssien täyttymistä suunnitellulla tavalla.

### 6.3.2 Materiaali- ja lämpökäsittelytodistukset

Metalliteollisuuden tuotteiden jäljitettävyyttä, laadun varmistusta sekä vaatimusten täyttymistä ohjailee metallien aineistodistuksista määräävä standardi SFS-EN 10204:2004. Standardin määrittämät todistukset sisältävät laajuudestaan riippuen erilaisia mittatuloksia, kuten valumateriaalien kemiallisia koostumuksia ja lämpökäsittelyprosessien kuvauksia sekä todistuksia.

Standardin luvussa kolme valmistusmenetelmäkohtaiseen tarkastukseen perustuvat sekä Santasalon valuosien toimittajiltaan vaatimat aineistodistukset on jaoteltu seuraavalla tavalla:

***Laatuvakuutus ”tyyppi 2.1”***

*Asiakirja, jossa valmistaja vakuuttaa toimitettujen tuotteiden olevan tilauksen mukaisia. Koetuloksia ei ilmoiteta.*

***Koetustodistus ”tyyppi 2.2”***

*Asiakirja, jossa valmistaja vakuuttaa toimitettujen tuotteiden olevan tilauksen mukaisia ja jossa esitetään valmistusmenetelmäkohtaiseen tarkastukseen perustuvat koetulokset.*

Lisäksi vaaditaan toimituseräkohtaiseen tarkastukseen perustuvia aineistodistuksia, jotka määritellään standardin luvussa neljä seuraavasti:

***Vastaanottotodistus 3.1 ”tyyppi 3.1”***

*Valmistajan julkaisema asiakirja, jossa valmistaja vakuuttaa toimitettujen tuotteiden olevan tilauksen mukaisia ja jossa esitetään koetulokset.*

*Koetuserä ja tehtävät kokeet määritellään tuotespesifikaatiossa, virallisissa määräyksissä ja vastaavissa säännöksissä ja/tai tilauksessa.*

*Asiakirjan vahvistaa valmistajan valtuuttama tuotanto-osastosta riippumaton edustaja.*

*Valmistajan on sallittua esittää vastaanottotodistuksessa 3.1 toimituseräkohtaisia koetuloksia, jotka ovat peräisin toimitettavan tuotteen aikaisemmasta valmistusvaiheesta edellyttäen, että toimenpiteet ovat jäljitettävissä ja vastaavat alkuperäiset tarkastusasiakirjat ovat saatavissa.*

Lisäksi standardin luvussa kuusi mainitaan, että jälleenmyyjällä on oltava saatavissa alkuperäinen valmistajan tekemä aineistodistus. Aineistodistuksessa on lisäksi oltava tuotteen ja aineistodistuksen jäljitettävyyden takaamiseksi tuotteen tunnistetiedot. (SFS-EN 10204:2004, 8.)

**6.3.3 Erillisvaateiden mukaiset dokumentit**

Asiakkaan erillisestä vaatimuksesta ja esimerkiksi uusien toimittajien hyväksyntäprosessista johtuen tilatuille komponenteille tehdään normaalista tarkastusprosessista poikkeavia testejä ja mittauksia vaaditun laadun takaamiseksi. Valuosille eli aksleille, hammaspyörille ja koteloille tämä tarkoittaa erilaisten ainetta rikkomattomien tarkastusmenetelmien suorittamista. Näitä ovat esimerkiksi magneettijauhetarkastukset ja ultraäänitarkastukset, joiden tarkoituksena on erilaisten valuteknisten valmistusvirheiden, kuten säröjen, halkeamien, sulkeumien havaitseminen komponent-



tien rakenteesta. Jos edellä mainittuja virheitä havaitaan ennen vaihteen kokoonpanoa, voidaan estää mahdollinen komponenttien vaurioituminen loppuasiakkaalla. Toisaalta uuden toimittajan kohdalla voidaan havaita mahdolliset puutteet esimerkiksi valu- ja lämpökäsittelyprosesseissa. (Viljasjärvi, 2018.)

Ainetta rikkomattomien, materiaalin ominaisuuksia tutkivien menetelmien lisäksi tehdään erilaisia komponenttien koneistustapahtuman onnistumiseen liittyviä testejä. Näitä ovat esimerkiksi hammasgeometrian ja pinnankarheuden mittaukset. Erilaisvaateina tehtävät tarkastukset ja mittaukset teetetään usein ulkoisilla, akkreditoituilla eli standardien vaatimukset (ISO/IEC 17025) täyttävillä yrityksillä. Tämä johtuu siitä, että Santasalolla ei itsellään ole pätevyyden omaavia henkilöitä palvelukseen.

## 6.4 Yksilötietojen jakelu ja tallennus prosessin eri vaiheissa

### 6.4.1 Tiedostojen jakelu ja arkistointi

Yrityksen tärkeimmät tiedostojen tallennuspaikat ovat kaksi verkkolevyä. Tämä tarkoittaa, että yksilötietoja sisältävistä tiedostoista valtaosa päättyy verkkolevyille tehtyihin kansioihin ja niiden alikansioihin. Tämän lisäksi dokumentteja tallennetaan myös verkossa toimivaan pilvipalveluun ja osa tiedostoista liikkuu vain sähköpostin välityksellä, ilman arkistointia edellä mainittuihin tallennuspaikkoihin.

Kaikki komponenttien toimittajilta tai tarkastuspalveluja tuottavilta yrityksiltä Santasalolle tulevat dokumentit toimitetaan pääosin sähköpostin välityksellä. Toimittajat lähettävät tiedostot komponenttien ostajille tai suoraan laatuosaston henkilöille, jotka tallentavat ne verkkolevyille yleisesti tiedossa oleviin kansioihin. Lisäksi toimittajille on ilmoitettu yleinen sähköpostiosoite dokumenttien toimitusta varten, mihin toimittajat itse tallentavat sovitut tiedostot. Jos todistuksia ja pöytäkirjoja toimitetaan komponentin mukana paperilla, ne skannataan ja tallennetaan manuaalisesti verkkolevyn kansioihin. Santasalon omalla mittakoneella mitattujen komponenttien mittauspöytäkirjat tallennetaan suoraan verkkolevyille.

## 6.4.2 Kansioden ja tiedostojen nimeäminen

### Mittapöytäkirjat

Mittapöytäkirjoille on nykyisellään tallennuspaikka yhdellä verkkolevyllä, kuitenkin niitä on tallennettu kahteen eri pääkansioon. Pääkansioissa mittapöytäkirjat sijaitsevat ”tarkastus” –nimisessä kansiossa, jonka alla ovat kansiot eri vuosien mittapöytäkirjoille (2016, 2017 jne.). Niiden alla on kaikille Santasalolla mitatuille komponenttityypeille omat alikansionsa, joihin mittapöytäkirjojen pdf-tiedostojen tallennus tapahtuu komponentin sarjanumeron, yksilönumeron, piirustusnumeron ja mahdollisesti toimittajan nimen perusteella. Näiden lisäksi on omat kansionsa eri komponenttivalmistajien mittapöytäkirjoille.

### Materiaali -ja lämpökäsittelytodistukset

Ainestodistuksille on verkkolevyllä oma nimetty kansionsa, jonka alikansiot on nimetty materiaalityöntekijöiden mukaan. Näissä alikansioissa olevien tiedostojen nimeämisessä on hyvin laajaa varianssia. Tämä johtuu puhtaasti siitä, että osa todistuksista tallennetaan suoraan ilman muutoksia sähköpostista, jolloin tiedostonimeä ei muuteta. Toisaalta todistuksia vastaanottavat henkilöt voivat tallentaa todistuksia parhaaksi näkemällään tavalla, koska yhtenäistä ohjeistusta tallentamisprosessiin ei ole. Tiedostojen nimeäminen tapahtuu esimerkiksi piirustus-, tilaus-, ja sulatusnumeron avulla. Lisäksi nimeen saatetaan lisätä muita olennaisia tietoja, kuten sulatuksessa käytetyn panoksen numero ja valuerän tunnus. Alla esimerkki verkkolevyn kansiorakenteesta tietyn toimittajan materiaalitodistusten kohdalta:

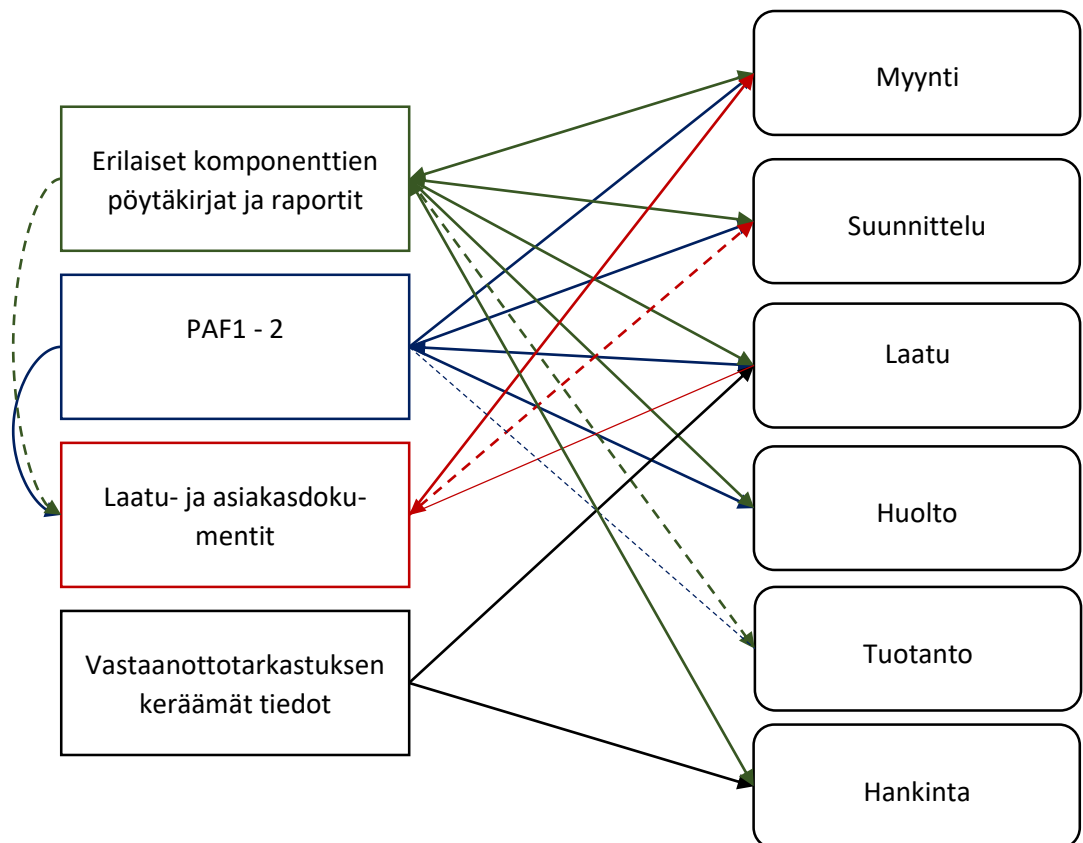
*O:\Quality\Materiaalit\Materiaalitodistukset\Koneistajat, hammastetut osat\Moventas\ISD10165810*

## 6.5 Yksilötietojen käyttö tilaus- ja toimitusprosessissa

Kun puhutaan koko vaihteen tilaus- ja toimitusprosessin aikana tapahtuvasta yksilötietojen käytöstä, on perusteltua tarkastella varsinaisten komponenttien yksilötietojen lisäksi myös kokoonpanon keräämiä dokumentteja eli kokoonpanopöytäkirjoja ja lopputarkastusraportteja ja niiden käyttöä eri tilanteissa. Tämä puhtaasti siitä syystä, että kokoonpanossa tapahtuva yksilönumeroiden kirjaus on ainut prosessin vaihe,

jossa yksilönumerot tallennetaan myöhempää tarvetta varten jäljitettävyyden takaamiseksi. Kokoonpanopöytäkirjoihin kirjatut yksilönumerot ovat nykyisessä järjestelmässä ainut tapa kohdentaa komponentin yksilötiedot juuri oikeaan vaihteeseen.

Alla olevassa kaaviossa (ks. kuvio 7) esitetään komponenttien yksilötietojen, laatudokumentation sekä tärkeimpien toimintojen suhteet eri tietotyyppeihin. Nuolet merkkavat tiedonkulun suuntaa, eli sitä, kuka tarvitsee mitäkin tietoa tai antaa lisäarvoa tiedolle. Katkoviivoilla puolestaan on merkitty lähinnä poikkeustapauksissa tapahtuvia tarpeita eri tiedoille. Huomionarvoista on se, kuinka monimutkainen verkko on ja se antaa hyvän kuvan nykyisen prosessin ongelmista ja toisaalta vaatimuksista, jotka toimivan prosessin tulisi täyttää.



Kuvio 7. Yksilötietojen käyttö toiminnoittain jaoteltuna

## 6.6 Tallentamisprosessissa havaittuja ongelmia

### 6.6.1 Digitointiprosessi

Nykyisen prosessin suurimmat tiedonhallinnalliset ongelmat liittyvät tiedostojen taltiointiin ja arkistointiin. Suurin tietojen jäljitettävyyteen sekä taltiointiin heikentävästi vaikuttava asia nykyisessä tallentamisprosessissa on tietojen kirjaaminen paperisiin dokumentteihin ja näiden ei-sähköisten tietojen muuntaminen digitaaliseen muotoon. Paperilla liikkuvien kokoonpanoraporttien ja toimittajien mittapöytäkirjojen skannaaminen on työlästä ja kallista runsaasti aikaa vievän prosessin takia. Lisäksi ihmillisistä tai skannerin tekniikasta johtuvista syistä digitoitavista dokumenteista voi jäädä sivuja pois tai skannauksen tulos voi olla epätarkka.

### 6.6.2 Tiedon arkistointi

Yksilötietoja sisältäville dokumenteille on verkkolevyillä useita eri pääkansioita ja niiden sisällä useita alikansioita. Tämä vaikeuttaa tarpeellisen tiedon löytymistä yhdessä monimuotoisten tiedostojen nimeämistapojen kanssa. Lisäksi yrityksessä ei ole määritetty erikseen säilytysaikoja erityyppisille yksilötietoja sisältäville tiedostoille. Tämä tarkoittaa sitä, että verkkolevyllä olevan datan määrä kasvaa jatkuvasti, eikä sitä pyritä selvästi rajaamaan.

Kasvavan datamäärän lisäksi dokumenttien hallinnassa ei ole otettu riittävästi huomioon versioidenhallinnallisia näkökulmia. Tästä puutteesta johtuen on mahdollista, että verkkolevyllä on tallennettu useampi samalla nimellä tallennettu tiedosto, joista on hakuvaiheessa avaamalla etsittävä tarvittavaan komponenttiin liittyvä pöytäkirja ja viimeisintä tietoa sisältävä versio. Yhtenäistä toimintatapaa ei ole myöskään tilanteissa, joissa toimittaja lähettää uuden version tietyn komponentin mittapöytäkirjasta esimerkiksi reklamaatiotapauksissa. Pöytäkirjan tallentajan vastuulle jää uuden version nimeäminen ja päätös siitä, mikä on virheellistä tietoa sisältävän pöytäkirjan kohtalo. Tämä on merkittävä huomio, kun eri tyyppisiä vaihteita valmistetaan yli 1000 kappaletta vuodessa. Silloin myös jatkuvasti kontrolloitavan tiedon määrä on suuri.

### 6.6.3 Ongelmat käytännön työskentelyssä

Käsin täytettävissä paperisissa kokoonpanoraporteissa suurin yleinen ongelma on kirjaajan käsialasta johtuvat tulkintavirheet. Lisäksi merkintävirheet vaihteen perustiedoissa (vaihdetyyppi, valmistusnumero ja tilausnumero) sekä komponenttien yksilötiedoissa siirtyvät eteenpäin, kun raportteja tallennetaan sähköiseen muotoon. Virheet tai virhetulkinnat komponenttien yksilönumeroiden yhteydessä vaikeuttavat verkkolevyille tallennettujen yksilötietojen hakuprosessia. Kun tähän yhdistetään esimerkiksi väärin nimetyt komponenttien materiaalitodistukset, on oikean dokumentin löytäminen verkkolevyjen kansioista käytännössä mahdotonta ilman tiedostoja fyysisesti yhdistävää linkkiä.

Nykyisestä yksilötietojen arkistointitavasta johtuen käytännön työelämän ongelmat liittyvät suurilta osin tiedostojen hakuprosessiin. Tämä korostuu, kun yksilötietoja käyttävät kirjaamisen ja tallentamisen jälkeen monien muiden toimintojen työntekijät, jotka eivät päivittäisessä työssään aktiivisesti hallitse tai etsi yksilötietoja sisältäviä dokumentteja. Tällöin eksaktin tiedon etsiminen verkkolevyjen monimutkaisista kansiorakenteista on hankalaa ja tästä johtuen tiedostojen etsimisessä joudutaan usein käyttämään apuna esimerkiksi laatuosaston henkilöitä. Lisäksi käyttöoikeuksien puuttuminen esimerkiksi laadun kansioihin vaikeuttaa tiedon saatavuutta. Selkeän ja yhtenäisen toimintamallin puuttuminen aiheuttaa ongelmatilanteissa työntekijöille ylimääräistä työkuormaa sekä keskeytyksiä päätyöhön.

Vaihteen rikkoutuminen tai vikaantuminen asiakkaalla aiheuttaa Santasalolla tarpeen etsiä valmistetun vaihteen yksilötietoja (esimerkiksi materiaalitodistuksia). Tämä on hyvä arkipäiväinen esimerkki, josta näkyy nykyisen prosessin ongelmat kokonaisvaltaisesti. Esimerkkinä prosessin vaiheet ovat listattuna alla:

- 1) Asiakas informoi Santasaloon myyntiä vaihteen vikaantumisesta, josta tieto jalkautetaan esimerkiksi laatuosastolle.
- 2) Asiakkaalta selvitetään vähintään vaihteen valmistusnumero.
- 3) Etsitään Lean Systemistä tai Teamcenteristä vaihteen osaluettelo ja sieltä rikkoutuneen osan nimiketunnus sekä piirustusnumero. Lisäksi etsitään verkkolevyiltä vaihteen kokoonpanopöytäkirja, josta otetaan ylös rikkoutuneen komponentin yksilönumero.
- 4) Edellä mainittuja tietoja käyttäen verkkolevyjen kansioista etsitään manuaalisesti hakutoiminnolla tarvittavat dokumentit tai pyydetään ne toimittajalta, mikäli niitä ei ole toimitettu ostotilauksen perusteella.

Yllä esitetty tapaus on vain yksi mahdollinen esimerkki tarpeesta jäljittää yksilötietoja. Samalla voidaan todeta vaiheiden kolme ja neljä olevan eniten työllistäviä sekä vaikuttavan prosessissa esiin tulevien ongelmien kautta kokonaisjäljitettävyyteen negatiivisesti, esimerkiksi yksilönumeron puuttuessa kokoonpanoraportista kokonaan.

## **7 Yksilötietojen tallentamisprosessin kehittäminen**

### **7.1 Kokoonpanon tiedonkeruun sähköistäminen**

Nykyisen prosessin määrittelyvaiheen perusteella suurimmaksi yksittäiseksi kokonaisjäljitettävyyteen negatiivisesti vaikuttavaksi tekijäksi nousi yksilötietojen kerääminen käsin kokoonpanossa ja sen pohjalta syntyvät ongelmat prosessin muissa vaiheissa. Tästä syystä kehittämistoimenpiteet kohdistettiin varsinkin tietojen keräysprosessiin vaihteiden kokoonpanovaiheessa. Määrittelyvaiheen myötä tärkeimmäksi tutkimuskysymykseksi muodostui, miten tallennettava tieto saataisiin välittömästi sähköiseen muotoon ja arkistointiin. Lisäksi tärkeintä oli korjata ongelmat Santasaloon itse tuottamien ja kirjaamien yksilötietojen tallennusprosessissa, ennen kuin uusia toimintatapoja kehitetään komponenttitoimittajien kanssa koskien erilaisten aineistodistusten toimitustapoja.

### **7.2 Yrityksessä käytössä olevien järjestelmien mahdollisuudet**

Santasalon tärkein käytössä oleva tietojärjestelmä on Roima Intelligence Oy:n tuottama Lean System –toiminnanohjausjärjestelmä. Lisäksi käytössä on Siemensin Teamcenter -PLM-järjestelmä, joka on varsinkin suunnittelun ja tuotekehityksen käyttämä ohjelmisto tuoterakenteiden, 3D-mallien ja piirustusten hallintaan. Teamcenterin toimii vaihdekohtaisen elinkaaritiedon arkistointijärjestelmänä ja sen toiminta perustuu erilaisia tuotetietoja sisältävien tiedostojen tallentamiseen vaihteen valmistusnumeron alle.

Johtuen yksilötietojen tallentamisprosessin suhteesta vaihteen tilaus- ja toimitusprosessin eri vaiheisiin, on Lean Systemin valinta kehitettävän prosessin uudeksi toiminta-alustaksi jo itsessään hyvin perusteltu. Lisäksi Lean-järjestelmää käytetään ny-

kyisellään tuotannossa esimerkiksi työvaiheiden tuntien kirjaamiseen, joten käyttöympäristö on tuttu työntekijöille läpi prosessin ja uudet toimintatavat helposti koulutettavissa. Lean System mahdollistaa kokoonpanotyöltä tehtävän jäljitettävyystiedon kirjaamisen lisäksi myös ajankohtaisten laatuvalutteen luomisen sekä laajat tietokantahaut eri vaihteyksilöiden tai nimikkeiden välillä.

### 7.3 Jäljitettävyyden Roima Lean Systemissä

Lean Systemissä tuotteen jäljitettävyyden ja laadun seuranta toteutetaan erikseen määriteltävien seurantatietojen avulla. ”Seurantatiedot” on Lean Systemin käyttämä termi kaikista mahdollisista jäljitettävyystiedoista, joita tuotteesta halutaan kerätä tuotannon aikana. Seurantatietojen määrittely mahdollistaa erilaisten yksilötietojen keräämisen suoraan sähköiseen järjestelmään halutussa prosessin vaiheessa, esimerkiksi vastaanotossa, tuotannossa tai koeajossa. Seurantatietojen luominen järjestelmään vaatii ymmärrystä teollisuusvaihteen kokoonpanoprosessista, laatuvaatimuksista sekä raportointitarpeista.

### 7.4 Seurantatietojen muodostaminen järjestelmään

#### 7.4.1 Seurantatietojen kentänimitykset

Seurantatietojen muodostaminen Lean Systemin käyttöliittymään aloitetaan määrittämällä seurantatietojen kentänimitykset. Kenttiä muodostettaessa määritellään, minkä tyyppistä siihen kirjattava tieto on. Tieto voi olla numeerista (esim. mittatulokset), tekstimuotoista (esim. yksilönumerot), päivämäärätietoa tai erilaisia valintalistoja. Nimeämisen ja tietotyyppin lisäksi voidaan määrittää kentille erilaisia pakollisuusmäärittelyjä, joiden avulla varmistutaan tarpeellisen tiedon keräämisestä esimerkiksi kokoonpanon aikana. Lisäksi voidaan määrittää mittaustiedoille ylä- ja alarajoja ja erilaisia laskentakaavoja tarpeen mukaan. Tässä tapauksessa käytetään esimerkkinä jo aikaisemmin nimettyjä kenttiä yksi- ja kaksiporaisille lieriövaihteille (ks. kuvio 8). Kentät vastaavat pääosin kokoonpanon mittauspöytäkirjojen tietoja.

Kenttä	Nimi	Tietotyyppi	Ohjaustieto	Max pituus	Pienin arvo	Suurin arvo	Formaatti	Tarkistustyyppi	Kaava
NUM_092	4.port kosketuspinta korkeus %	Numeerinen							
NUM_093	4.port kosketuspinta leveys %	Numeerinen							
NUM_094	5.port kosketuspinta korkeus %	Numeerinen							
NUM_096	5.port kosketuspinta leveys %	Numeerinen							
NUM_097	6.port kosketuspinta korkeus %	Numeerinen							
NUM_098	6.port kosketuspinta leveys %	Numeerinen							
STR_005	Ensiöakseli laakeri (tukilaakeri)	Merkkijono							
STR_006	1.väliakselin laakeri (moot.puoli)	Merkkijono							
STR_007	1.väliakselin laakeri (käyt.puoli)	Merkkijono							
STR_008	1.väliakselin laakeri (tukilaakeri)	Merkkijono							
STR_009	2.väliakselin laakeri (moot.puoli)	Merkkijono							
STR_010	2.väliakselin laakeri (käyt.puoli)	Merkkijono							
STR_011	2.väliakselin laakeri (tukilaakeri)	Merkkijono							
STR_012	Toisioakseli laakeri (moott.puoli)	Merkkijono							
STR_013	Toisioakseli laakeri (käyt.puoli)	Merkkijono							
STR_014	3.väliakselin laakeri (moot.puoli)	Merkkijono							
STR_015	3.väliakselin laakeri (käyt.puoli)	Merkkijono							
STR_016	4.väliakselin laakeri (moot.puoli)	Merkkijono							
STR_017	4.väliakselin laakeri (käyt.puoli)	Merkkijono							
STR_018	5.väliakselin laakeri (moot.puoli)	Merkkijono							
STR_019	5.väliakselin laakeri (käyt.puoli)	Merkkijono							
STR_020	6.väliakselin laakeri (moot.puoli)	Merkkijono							
STR_021	6.väliakselin laakeri (käyt.puoli)	Merkkijono							
STR_022	7.väliakselin laakeri (moot.puoli)	Merkkijono							
STR_023	7.väliakselin laakeri (käyt.puoli)	Merkkijono							

Kuvio 8. Seurantatietojen kenttänimitykset -ikkuna

#### 7.4.2 Seurantatietojen tietoryhmät

Seurantakenttien määrittämisen jälkeen muodostetaan tietoryhmät. Päätietyöryhmät käsittävät vaihdetyypit eriteltynä vaihteen portaiden lukumäärän mukaan. Päätietyöryhmiin kerätään kaikki ne seurantakentät, joita vaihteesta halutaan määrittää. Alatietyöryhmät jaotellaan valmistuksen työvaiheiden mukaan ja niihin valitaan päätietyöryhmästä oikeat seurantakentät sen mukaan, missä vaiheessa mikäkin tieto on prosessin kannalta järkevintä kerätä. (Ks. kuviot 9-11.)



IGFI1-TEST-Seurantatietojen tietoryhmät - Lean System

Lomake Muokkaa Työkalut Järjestys Näytä Rivi Ikkuna Ohje

Hae Uusi Tallenna Poista Pyyhi Rivit

Näytä: Avoimet, Tunnus: LIERIÖ%,PAF%

Tunnus	i	t	d	k	h	Nimi	Pääseurantatiet	Pääseurantatietoryhmä
LIERIÖ_1PORT						Lieriövaihteet 1portaiset		
LIERIÖ_2PORT						Lieriövaihteet 2.portaiset		
PAF1_KOEAJO						PAF1 koeajo	LIERIÖ_1PORT	Lieriövaihteet 1portaiset
PAF1_KOEAJO1						PAF1 koeajo 1.portainen	LIERIÖ_2PORT	Lieriövaihteet 2.portaiset
PAF1_KOKPANO1						PAF1 kokoonpano 1.portainen	LIERIÖ_1PORT	Lieriövaihteet 1portaiset
PAF1_KOKPANO1_PUTKI						PAF1 kokoonpano 1.portainen		
PAF1_KOKPANO2						PAF1 kokoonpano 2.portainen	LIERIÖ_2PORT	Lieriövaihteet 2.portaiset
PAF1_KOKPANO3						PAF1 kokoonpano 3.portainen		
PAF1_MAAL						PAF1 maalaus	LIERIÖ_1PORT	Lieriövaihteet 1portaiset
PAF1_MAAL2						PAF1 maalaus 2-portainen	LIERIÖ_2PORT	Lieriövaihteet 2.portaiset

Kuvio 9. Seurantatietojen tietoryhmät

IGFI1-TEST-Seurantaryhmien rivit - Lean System

Lomake Muokkaa Järjestys Näytä Rivi Ikkuna Ohje

Hae Uusi Tallenna Poista Pyyhi

Tunnus	Järj.	i	t	d	k	h	Kenttä	Nimi	Tyyppi
LIERIÖ_1PORT	1						STR_052	HAMMASKOSKETUS	Otsikko
LIERIÖ_1PORT	2						NUM_050	Moduuli 1. porras	Numeerinen
LIERIÖ_1PORT	3						NUM_043	Vierintäkytkivälys Porras 1	Numeerinen
LIERIÖ_1PORT	4						NUM_085	1.port kosketuspinta korkeus %	Normaali
LIERIÖ_1PORT	5						NUM_086	1.port kosketuspinta leveys %	Normaali
LIERIÖ_1PORT	20						STR_054	AKSELIEN MITTAUKSET	Otsikko
LIERIÖ_1PORT	21						STR_043	Ensiöakseli Ø (nimellismitta+toleranssi)	Normaali
LIERIÖ_1PORT	22						NUM_057	Ensiöakseli Ø 1.tod.	Numeerinen
LIERIÖ_1PORT	23						NUM_058	Ensiöakseli Ø 2.tod.	Numeerinen
LIERIÖ_1PORT	24						NUM_069	Radiaaliheitto ensiöakseli	Numeerinen
LIERIÖ_1PORT	25						STR_044	Toisioakseli Ø (nimellismitta+toleranssi)	Normaali
LIERIÖ_1PORT	26						NUM_059	Toisioakseli Ø 1.tod.	Numeerinen
LIERIÖ_1PORT	27						NUM_060	Toisioakseli Ø 2.tod.	Numeerinen
LIERIÖ_1PORT	28						NUM_070	Radiaaliheitto toisioakseli	Numeerinen

Kuvio 10. Pääseurantatietoryhmän "lieriövaihteet yksiportaiset" kenttiä

IGF11-TEST-Seurantaryhmien rivit - Lean System

Lomake Muokkaa Järjestys Näytä Rivi Ikkuna Ohje

Hae Uusi Tallenna Poista Pyyhi

Tunnus	Järj.	i	t	d	k	h	Kenttä	Nimi	Tyyppi
PAF1_KOKPANO1	1						STR_052	HAMMASKOSKETUS	Otsikko
PAF1_KOKPANO1	2						NUM_050	Moduuli 1. porras	Numeerinen
PAF1_KOKPANO1	3						NUM_043	Vierintäkylkivälys Porras 1	Numeerinen
PAF1_KOKPANO1	4						NUM_085	1.port kosketuspinta korkeus %	Normaali
PAF1_KOKPANO1	5						NUM_086	1.port kosketuspinta leveys %	Normaali
PAF1_KOKPANO1	20						STR_054	AKSELIEN MITTAUKSET	Otsikko
PAF1_KOKPANO1	21						STR_043	Ensiöakseli Ø (nimellismitta+toler	Normaali
PAF1_KOKPANO1	22						NUM_057	Ensiöakseli Ø 1.tod.	Numeerinen
PAF1_KOKPANO1	23						NUM_058	Ensiöakseli Ø 2.tod.	Numeerinen
PAF1_KOKPANO1	24						NUM_069	Radiaaliheitto ensiöakseli	Numeerinen
PAF1_KOKPANO1	25						STR_044	Toisioakseli Ø (nimellismitta+toler	Normaali
PAF1_KOKPANO1	26						NUM_059	Toisioakseli Ø 1.tod.	Numeerinen
PAF1_KOKPANO1	27						NUM_060	Toisioakseli Ø 2.tod.	Numeerinen
PAF1_KOKPANO1	28						NUM_070	Radiaaliheitto toisioakseli	Numeerinen
PAF1_KOKPANO1	40						STR_051	LAAKERITIEDOT	Otsikko
PAF1_KOKPANO1	41						STR_060	C-välys ensiöakseli	Normaali
PAF1_KOKPANO1	42						STR_003	Ensiöakseli laakeri (moott.puoli)	Normaali

Kuvio 11. Alaseurantatietoryhmän ”kokoonpano” kenttiä

#### 7.4.3 Laatuseurantasetit

Tietoryhmien määrittelyn jälkeen alatietoryhmät voidaan jakaa työvaihekohtaisesti kirjattaviksi. Tämä tapahtuu tekemällä laatuseurantasetit eri työvaiheille (ks. kuvio 12). Muodostettu seurantasetti kirjataan nimikkeen lisätietoihin tunnuksellaan. D-sarjan vaihteista kerättävät tiedot ovat lähtökohtaisesti samat portaiden lukumäärästä riippumatta. Tästä johtuen tietoryhmien ja seurantasettien muodostaminen on yksinkertaista kaikille D-sarjan vaihdetyypeille. Kun erilaiset seurantasetit on tehty, lisätään niistä muodostetut seurantasetit olemassa olevien vaihdetyyppien nimikkeille, jotta setit ovat automaattisesti valmiina nimikkeellä, kun työ muodostetaan (ks. kuvio 13).

IGFI1-TEST-Laatusurantasetit- - Lean System

Lomake Muokkaa Järjestys Näytä Rivi Ikkuna Ohje

Hae Uusi Tallenna Poista Pyyhi

Tunnus: LIERIÖ%

Tunnus	i	t	d	k	h	Nimi	Kohde	Arvo 1	Järj.	Ryhmä	Ryhmän nimi
LIERIÖ_1PORT						1.portainen lieriövaiht	Työn vaihe	KOEA	3	PAF1_KOEAJO	PAF1 koeajo
LIERIÖ_1PORT						1.portainen lieriövaiht	Työn vaihe	KOKP	2	PAF1_KOKPANO1	PAF1 kokoonpano
LIERIÖ_1PORT						1.portainen lieriövaiht	Työn vaihe	MAAL	4	PAF1_MAAL	PAF1 maalaus
LIERIÖ_1PORT						1.portainen lieriövaiht	Työn vaihe		1	LIERIÖ_1PORT	Lieriövaihteet 1po
LIERIÖ_2PORT						2.portainen lieriövaiht	Työn vaihe	KOEA	3	PAF1_KOEAJO	PAF1 koeajo
LIERIÖ_2PORT						2.portainen lieriövaiht	Työn vaihe	KOKP	2	PAF1_KOKPANO2	PAF1 kokoonpano
LIERIÖ_2PORT						2.portainen lieriövaiht	Työn vaihe	MAAL	4	PAF1_MAAL	PAF1 maalaus
LIERIÖ_2PORT						2.portainen lieriövaiht	Työn vaihe		1	LIERIÖ_2PORT	Lieriövaihteet 2.po

Kuvio 12. Seurantasetin muodostuminen yksiportaiselle lieriövaihteelle

IGFI1-TEST-Nimike- - Lean System

Lomake Muokkaa Työkalut Näytä Ikkuna Ohje

Uusi Tallenna Poista Pyyhi Hinnat

Nimike

Nim. tunnus ENG5110834 Nim. 1 GEAR UNIT

Lyhyt nimi GEAR UNIT Nim. 2 D1PSF60 00005.611 - - - -

Tyyppi Valmistettava työle ... Vastuuhenkilö YLONEJU ... Kust.pka ...

Tila Aktiivinen ... Vastuualue FI1 ... Luokittelukoodi 10A1 ...

Tuoteryhmä 9220 ... DOC/ASSEMBLY DWGS ... Tekn.ryhmä GEAR UNIT ...

Ohjaustiedot

Ohjaustapa Työlle ... Ohjaustiedot ABC-luokka ... Rakenne

Käsittelytapa Työlle tavara ... Käsittelytiedot Tasonro ...

Täyd.menet. Valmistus ... Kaatokoodi ... Piirustusno Y0030531 ...

RR-koodi ... Suunn.ryhmä ...

Jäljitys Mahdollinen ... Vast.o. tarkastus Tark. taulukon mukae ...

Jälj. tunnussarja ... Voim.olo ... Muut

Varasto Muut tiedot Suunnittelutiedot Lisätiedot Nimikkeen luokittelu Lisätunnukset ja varastot Käännökset

Karkeak.vaihemalli ... Versio ... Laitekorttiohjaus ... Niputuskoodi ...

Tehtävämalli ... Sarj. käsittelytapa Automaattinen ... Pikatyö ...

Kuittausvaihe ... Tunnussarja 2016SRJNROT\_FI ... Vastintuote ...

Näkymämalli ... Versio ... Tark. ... Ennustetuote ...

Yksikköpaino ... Seurantasetti LIERIÖ\_1PORT ... Pakkausmalli ...

Yks.p. yks. ... ABC-käsittelevohjaus ... Hinnoitteluryhmä ...

Tark.raja-arvo ... Tark.kok.määrä ... Lisävaruste ...

Kuvio 13. Seurantasetin kirjaaminen vaihteen nimikkeen tietoihin

#### 7.4.4 Työn vaiheella syötettävät tiedot

Tuotannossa olevan vaihteen työ löytyy järjestelmästä sille muodostetun työn tunnuksen avulla. Avaamalla työn vaiheet päästään kirjaamaan aikaisemmissa vaiheissa kerättäväksi määritettyjä tietoja työvaihekohtaisesti seurantatiedot-ikkunassa. Työn vaiheilta puolestaan suoritetaan työvaiheiden aloitusten ja päättymisten kirjaus, kuten nykyisessäkin prosessissa. (Ks. kuviot 14-15.)

The screenshot shows two windows from the 'IGF11-TEST-Työt - -Kaikki- -Lean System' application. The left window displays a list of work items with columns for 'M', 'V', 'Työn tunnus', 'Työnro', and 'i t d'. The right window shows a detailed view for work item 'IWR114628' with columns for 'M', 'Vaihe', 'i t d k h', and 'Nimi'. A red arrow points from the 'Työn tunnus' column in the left window to the 'KOKP' phase in the right window.

M	V	Työn tunnus	Työnro	i	t	d
+	+	IWR 114778	ISD101961.10			d
+	+	IWR 114472	ISD101822.10			d
+	+	IWR 114369	ISD101904.10			d
+	+	IWR 114368	ISD101904.10			d
+	+	IWR 114367	ISD101904.10			d
+	+	IWR 114158	ISD101879.10			d
+	+	IWR 114289	ISD101844.400			d
+	+	IWR 114628	ISD101908.10			
+	+	IWR 114383	ISD101833.20			
+	+	IWR 114475	ISD101894.10			d
+	+	IWR 114618	ISD101955.50			d
+	+	IWR 115547	ISD102022.20			d
+	+	IWR 115560	ISD102022.30			d
+	+	IWR 114454	ISD101892.30			d

M	Vaihe	i	t	d	k	h	Nimi
	KERY						KERÄILY
	KRYM						KUTISTUS
	KOT						KOTELON ESIVALM
	PUTK						PUTKITUS
	KOKP						KOKOONPANO
	SOSOI						SOVITESORVAUS
	KOEA						KOEAJO
	ADOK						ASIAKASDOKUMEN
	MAAL						MAALAUUS

Haettu 9 riviä 9 rivistä. Työn tunnus: IWR1

Kuvio 14. Työn vaiheiden selailu

IGFI1-TEST-Seurantatiedot - Lean System

Lomake Näytä Rivi Ikkuna Ohje

Hae Uusi Tallenna Pyyhi

Seurantatiedot

Tunnus IQD100037 Ryhmä PAF1 kokoonpano 1.pc Aika 18.04.18 9:27:08

Työ IWR114628 Vaihe KOKP Vastuuhlö NIEMIHE

Nim.tunnus ENGS114288 GEAR UNIT Paikka

Sarjanumero 1611033 Tila Valmis

	Nimi	i	t	d	k	h	Arvo	Yksikkö
Lieriövaihteet 1port	HAMMASKOSKETUS							
PAF1 kokoonpano 1.	Moduuli 1. porras						5,000	
PAF1 koeajo	Vierintäkylkivälys Porras 1						0,60	
PAF1 maalaus	1.port kosketuspinta korkeus %						80	
	1.port kosketuspinta leveys %						60	
	AKSELIEN MITTAUKSET							
	Ensiöakseli Ø (nimellismitta+toleranssi)						180 m6	
	Ensiöakseli Ø 1.tod.						180,010	
	Ensiöakseli Ø 2.tod.						180,015	
	Radiaaliheitto ensiöakseli						0,01	

Kuvio 15. Kokoonpanon seurantatietojen kirjaaminen

#### 7.4.5 Seurantatietojen selailu

Työvaiheissa kirjatut seurantatiedot tallentuvat vaihdekohtaisesti Lean Systemin tietokantaan. Seurantatietoja voidaan hakea ”seurantatietojen selailu” näkymässä vaihteen sarjanumeron, työn tunnuksen tai esimerkiksi myyntitilauksen avulla (ks. kuvio 16). Seurantatiedot näkyvät selailussa samanlaisessa ikkunassa, kuin kirjattaessa niitä työvaiheelle. Seurantatietojen selailun kautta voidaan hakea Lean Systemiin kirjattu tieto ja muodostaa esimerkiksi Exceliin valmiita PAF1-raportteja ja laatudokumentteja suoraan Leanista.

Tunnus	i	t	d	k	h	Tyyppi	Tila	Tietojoukko	Ulk.vastuu	Perustaja	Kirjauspäivä
<b>IQD100037</b>						Tiedon suodatu	Valmis	Työn vaihe	NIEMIHE	NIEMIHE	18.04.18 9:27:08
<b>IQD100038</b>						Tiedon suodatu	Valmis	Työn vaihe	NIEMIHE	NIEMIHE	18.04.18 9:33:29

Kuvio 16. Seurantatietojen selailu

## 7.5 Raporttien muodostaminen automaattisesti Lean Systemin seurantatiedoista

Jotta kokoonpanossa seurantatietoihin kirjattua dataa on mahdollista hyödyntää kokonaisjäljitettävyydessä sekä laadun parantamisessa, tulee käsitellä sitä, miten kaikki kirjattu tieto saadaan konkreettisesti käyttöön ja arkistoitua järkevästi. Toteutuksessaan optimaalisesti tieto olisi helposti kaikkien sitä tarvitsevien löydettävissä myös globaalilla tasolla Santasaloon yksiköissä.

Seurantatietoihin kirjattua dataa on mahdollista kerätä esimerkiksi Excel- ja PDF-raporteiksi erityisten Business Intelligence -työkalujen avulla. Business Intelligence tarkoittaa suomeksi liiketoiminnan kannalta olennaisen tiedon hallintaa ja hyödyntämistä. BI-työkalujen avulla voidaan kerätä eri tietojärjestelmistä haluttua tietoa sen jalostamiseksi ja raportoimiseksi eteenpäin. Tällä tavalla saadaan kerättyä vaihteen kokoonpanossa Lean Systemiin kirjatut tiedot esimerkiksi PAF1-kokoonpanopöytäkirjaan ja laatudokumentaatioihin automaattisesti.

## 7.6 Käyttöönoton vaatimat toimenpiteet

Ennen seurantatietojen kirjausprosessin viemistä kokoonpanoon, tulee käydä läpi kaikki seurantatietojen kenttänimitykset ja varmistua siitä, että ne muodostetaan tarpeellisista tiedoista. Lisäksi tulee käydä läpi tarpeelliset tietoryhmät eli ne tuotannon vaiheet, joissa seurantatietojen kirjaaminen halutaan ottaa käyttöön. Tämän jälkeen seurantatietojen kirjaamista voidaan testata Lean Systemin testiversiossa jollain olemassa olevalla tai jo tehdyllä kokoonpanotyöllä.

Kun tietojärjestelmätekniset määrittelyt ovat kunnossa, on järkevintä viedä prosessi kokoonpanoon pilottiprojektin avulla. Näin pystytään sitouttamaan projektiin muutama kokoonpanon asentaja sekoittamatta käynnissä olevaa tuotantoa ja sen läpimenoja suuremmin. Ensimmäinen pilotti on järkevin suorittaa yksinkertaiselle vaihdetyypille, esimerkiksi yksiportaiselle D-sarjan vaihteelle. Pilotoinnin aikana kerätään dataa ongelmatilanteista ja mahdollisista tietojärjestelmän virhetilanteista. Lisäksi on syytä kerätä asentajien käyttäjäkokemuksia, jotta uudesta prosessista saadaan sujuva ja kirjauksen suorittavat henkilöt sitoutuvat uuteen prosessiin. Käyttöönottovaiheen riskejä ja sen aikana mahdollisesti esiin nousevia huomioon otettavia asioita on lisätty SWOT-analyysin avulla (ks. kuvio 17).

<b>Vahvuudet:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vankat perustelut opinnäytetyön pohjalta prosessin käyttöönottamiseksi</li> <li>• Käyttäjille tuttu käyttöympäristö</li> <li>• Mahdollisuus osoittaa toimivuus käytännössä ennen viemistä tuotantoon</li> </ul>	<b>Heikkoudet:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vaatii seurantatietojen kentänimitysten läpikäymisen sekä tarpeellisten seurantasettien luomisen</li> <li>• Ei visuaalisesti selkein mahdollinen käyttöliittymä</li> <li>• Ei tiedossa ongelmatilanteita opinnäytetyön kehitysprojektin pohjalta</li> </ul>
<b>Mahdollisuudet:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Asentajien huomiot ja kehitysehdotukset käytettävyydestä → prosessin kehittämisen</li> <li>• Onnistuessaan eheä prosessi → asteittainen käyttöönotto muihin kokoonpanosoluihin</li> <li>• Jäljitettävyyden ja laatuajattelun jalkauttaminen tuotantoon</li> <li>• Valmistettavuuden ja laadun parantamisen näkeminen konkreettisena tuloksena</li> </ul>	<b>Uhat:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pilotin avainhenkilöiden sitoutuneisuus</li> <li>• Pilotin ajankohdan siirto, riskinä jääminen muun toiminnan jalkoihin</li> <li>• Uuden toimintatavan luoma muutosvastarinta</li> <li>• Odottamattomat tietotekniset ongelmat</li> </ul>

Kuvio 17. Käyttöönottovaiheen SWOT-analyysi

Opinnäytetyön toteutusmallin käyttöönotto viedään yrityksessä eteenpäin johtoryhmän kautta. Käyttöönottoon liittyvä pilottiprojekti sekä asteittainen siirtyminen kokoonpanossa tietojen kirjaamiseen Lean Systemiin vaatii yrityksen tilauskannan, työkuorman sekä käytössä olevien resurssien huomioon ottamista. Tästä syystä tarkka suunnitelma toteutuksesta tehdään erikseen opinnäytetyön pohjalta yhteistyössä laadun, tuotannon ja tietojärjestelmätekniikan tuen kanssa.

Kokoonpanossa kerättävien tietojen kirjaamisen laajamittainen siirto paperisista raporteista Lean Systemin seurantatietoihin vaatii tuotannossa olevien näyttöpäätteiden lukumäärän kasvattamisen. Nykyisellään jokaisessa viidessä kokoonpanosolussa on yksi tietokone työtuntien kirjaamista varten. Tämä ei kuitenkaan ole riittävä määrä, mikäli tietojen kirjaamisesta halutaan sujuvaa ilman, että Leanin ikkunoita tulee sulkea ja vaihdella keskeneräisten kokoonpanotöiden välillä. Tietokonekannan kaksinkertaistaminen varsinkin D-sarjan vaihteiden kokoonpanoon keskittyvissä kokoonpanosoluissa olisi hyvä lähtökohta sujuvalle kirjausprosessille.



## 7.7 Sähköisellä tiedonkeruulla ja järjestelmäintegraatiolla saavutettava kokonaisprosessi

Kokoonpanossa kerättävien tietojen kirjaaminen suoraan Lean Systemin seurantatietoihin ja niiden vieminen automaattisen tiedonkeruun (BI-tulosteen) avulla PDF-muotoisiin raportteihin mahdollistaa tietojen järkevän arkistoinnin järjestelmäintegraation (EAI - Enterprise Application Integration) avulla Lean Systemistä Teamcenteriin vaihteyksilön tietojen taakse. Tällöin vaihteen kokoonpanon aikana tallennetut yksilötiedot olisivat löydettävissä Teamcenteristä vaihteen valmistusnumeron avulla yhdessä tuoterakenteiden ja valmistuspiirustusten kanssa. Samalla elinkaaritieto olisi globaalisti saatavissa PLM-järjestelmässä ja tukisi esimerkiksi huollon toimintaa varsinkin kiireellisissä tilanteissa (ks. esimerkki liitessä 6).

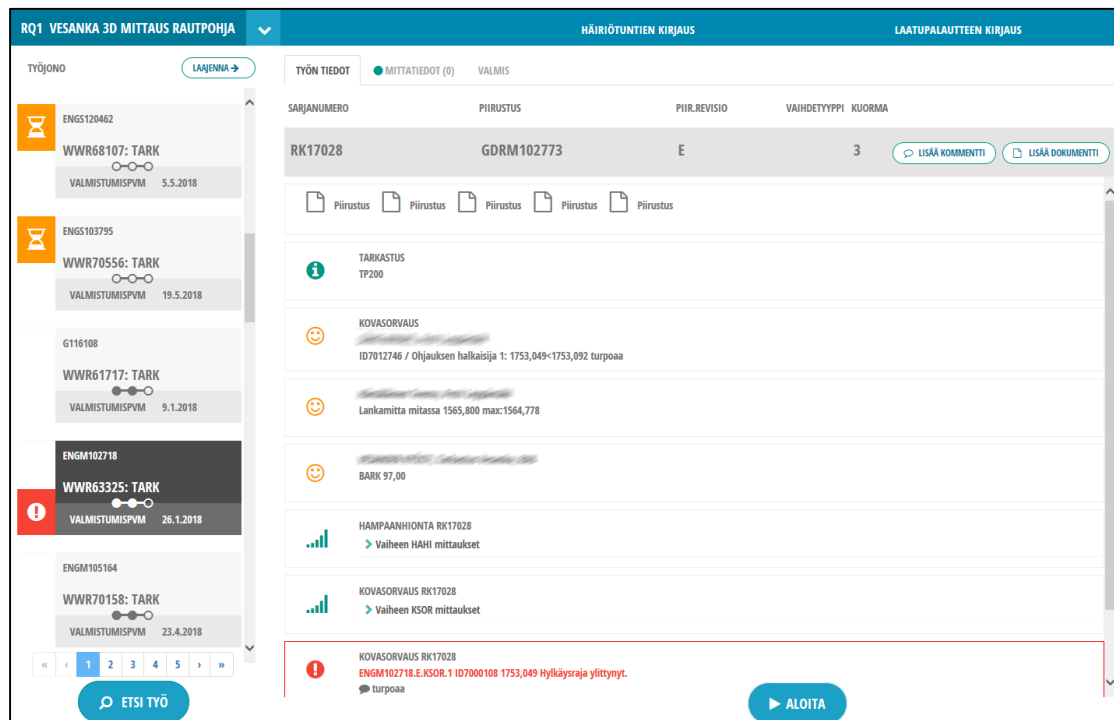
Teamcenterin lisäksi tieto säilyisi myös Lean Systemissä tietokantapohjaisena, jossa sitä voisi hyödyntää esimerkiksi kaikkien samassa erässä toimitettujen akselien jäljittämiseen tai erilaisten tilastojen luomiseen esimerkiksi akselimittojen toleranssiylityksistä. Näin saataisiin parannettua esimerkiksi valmistusprosessien laatua tarttumalla toistuviin ongelmiin.

## 8 Tallentamisprosessin jatkokehittäminen

Johtuen opinnäytetyölle varatusta rajallisesta ajasta päädyttiin opinnäytetyössä keskittymään prosessin kehittämiseen toiminnanohjausjärjestelmän nykyisten ominaisuuksien puitteissa. Tästä huolimatta haluttiin selvittää, kuinka toiminnanohjausjärjestelmää voidaan kehittää tulevaisuudessa, jotta sisäisen yksilötietojen tallennusprosessin sekä jäljitettävyyden paranemisen lisäksi samalle tasolle saataisiin myös komponenttitoimittajien ja Santasalon väliset tiedonsiirtoprosessit. Lisäksi kehitysmahdollisuuksia selvitettiin paremman järjestelmän käytettävyyden ja monipuolimpien räätälöintimahdollisuuksien saavuttamiseksi.

## 8.1 Lean Systemin Tuotannon Työpiste -portaali

Lean System –toiminnanohjausjärjestelmään on saatavilla normaalin työpöytäohjelmiston lisäksi myös HTML5-teknologiaan perustuva web-portaaliversio, joka mahdollistaa tietojen syöttämisen toiminnanohjausjärjestelmään ennalta sovitulla tavalla millä tahansa tuotannon työpisteen päätelaitteella, jonka verkkoselain tukee HTML5-teknikkaa. Tämä tarkoittaa, että portaaliin voidaan syöttää tietoja perinteisen tietokoneen lisäksi myös älypuhelimella ja tabletilla. Portaalisovellus toimii internet-se-laimessa (ks. kuvio 18).



Kuvio 18. Tuotannon Työpiste -portaalin yleisilme (Mäki 2018)

Monipuolisemman alustavalikoiman lisäksi portaalin edut ovat työpöytäversiota yksinkertaisemmassa ja selkeämmässä käyttöliittymässä, joka voidaan räätälöidä käyttökohteen, esimerkiksi työvaiheen mukaan yksilöllisesti. Työ voidaan jakaa työvaihei-

siin, kuten nykyisessä prosessissa ja tarvittaessa osittaa tehtäviin. Esimerkiksi työvaiheen ”vaihteen kokoonpano” alle voidaan eritellä tehtäviä, kuten ”akselin laakerointi”. Tähän tehtävään voidaan tuoterakenteelta kuormittaa materiaalit, joiden pohjalta portaaliin saadaan kirjattavaksi haluttuja tietoja, kuten yksilönumeroita ja mittatietoja, jotka tulee täyttää ennen kuin portaalissa pääsee täyttämään seuraavan tehtävän vaiheita (ks. kuvio 19). Tehtävien yhteyteen voidaan liittää erilaisia kokoonpanoa helpottavia kuvia ja työohjeita. Tällöin myös työn laatu paranee komponenttien jäljitettävyyden yhteydessä.

HÄIRIÖTUNTIEN KIRJAUS					LAATUPALAUTTEEN KIRJAUS	
<div> <div>TYÖN TIEDOT</div> <div> <div>MITTATIEDOT (1/15)</div> <div>VALMIS</div> </div> </div>						
SARJANUMERO	PIIRUSTUS	PIIR.REVISIO	VAIHDETYYPPI KUORMA			
1802460	GDRM103588	A	2,8			
<div> <div>LISÄÄ KOMMENTTI</div> <div>LISÄÄ DOKUMENTTI</div> </div>						
Vaiheen REHAHI mittaukset - Kesken:						
TIETO	ARVO	ALARAJA 2	YLÄRAJA 2	KOMMENTTI		
Koneen ketjumitta *	0,4			Kommentti		
Olakkeen leveys *	<input type="text" value="Arvo"/>	51,8	51,9	Kommentti		
T3 Halkaisija reikä G keskeltä *	<input type="text" value="Arvo"/>	360,04	360,06	Kommentti		
T4 Halkaisija reikä H keskeltä *	<input type="text" value="Arvo"/>	360,04	360,06	Kommentti		
T5 Pinnankarheus reikä G *	<input type="text" value="Arvo"/>	0	0,3	Kommentti		
T6 Pinnankarheus reikä H *	<input type="text" value="Arvo"/>	0	0,3	Kommentti		
Pinnankarheus olake G *	<input type="text" value="Arvo"/>	0	0,4	Kommentti		
Pinnankarheus olake H *	<input type="text" value="Arvo"/>	0	0,4	Kommentti		
Keskitys max *	<input type="text" value="Arvo"/>			Kommentti		
Keskitys min *	<input type="text" value="Arvo"/>			Kommentti		

Kuvio 19. Mittatietojen kirjaus tuotantoportaaliin (Mäki 2018)

Tuotannon web-portaalin käyttöönotto on seuraava potentiaalinen vaihe sen jälkeen, kun seurantatietojen kirjaus saadaan toimimaan sujuvasti kokoonpanossa työpöytäversion puolella. Komponenttien yksilötietojen keräämisen lisäksi portaalin kautta on mahdollista kirjata työvaiheiden häiriötunteja sekä laatupalautteita. Esi-

merkiksi mittatoleranssin ylityksestä on mahdollista ohjelmoida automaattinen laatu-palaute, joka kulkeutuu Lean Systemin sisällä työpisteen esimiehelle jatkotoimenpiteitä varten.

## 8.2 Lean Systemin Toimittaja-extranet -portaali

Lean Systemiin on saatavilla oma liittymä myös komponenttitoimittajien käyttöön. Toimittajaportaalin käyttöönotto ei tarvitse päivitystä HTML5-portaaliin, vaan sen toiminta perustuu työpöytäversion pohjalle. Lisäksi portaali poistaa toimittajan vaatimuksen käyttää samaa toiminnanohjausjärjestelmää käsitelläkseen Santasalon tekemiä tilauksia. Toimittajaportaali mahdollistaa komponenttitoimittajalle ostotilausten ja vastaanottojen tarkastelun ja muuttamismahdollisuuksien lisäksi pääsyn toimittamiensa nimikkeiden tietoihin, kuten piirustuksiin, dokumentaatioon ja varastosaldoihin (ks. kuvio 20).

**Lean System® Toimittaja-Extranet**

Etusivu Ostoehdotukset Ostotilaukset Nimikkeet Ostotilauserät Varastosaldot Vastaanotot Vastaanottorivien

← ↻ ≡ Nimikkeet » Nimikkeen tiedot

**Nimikkeen tiedot**

Ok Peru Katselu/Muokkaus

Nim.tunnus	AOS101		
Lyhyt nimi	Pumpunrunko		
Nimiketyyppi	Komponentti		
Ohjaustapa	Profiili		
Min varasto		0,00	
Saldo		4 604	

**Dokumentit**

Otsikko	Muuttaja	Tyyppi	Muutospvm
---------	----------	--------	-----------

Kuvio 20. Nimiketietojen tarkastelu toimittajaportaaliissa, esimerkki (Roima, toimittaja-Extranet käyttöohje, 13)

Toimittajaportaalien käyttöoikeuksien jakaminen valituille osatoimittajille ratkaisisi tiedonhallinnalliset ongelmat komponenttitoimittajien ja Santasaloon välillä. Mittapöytäkirjojen ja jopa aines- ja valutoimittajien tekemien materiaalitodistuksien toimitus tapahtuisi portaalin kautta suoraan nimikkeen tietoihin. Samalla tiedostot siirtyisivät pois arkistoinnista verkkolevyiltä ja sähköposteista. Tämä olisi toinen tärkeä kokonaisjäljitettävyyttä parantava muutos tässä opinnäytetyössä suunnitellun kokoonpanon tiedonkeruun sähköistämisen lisäksi.

## 9 Pohdinta

Ennen opinnäytetyön lähettämistä arviointiin koin tärkeäksi antaa työn teorian sekä kehitettävän prosessin määrittelyosan toimeksiantajalle luettavaksi. Tämä siitä syystä, että opinnäytetyössä kehitettävä prosessi on ollut pitkän aikaa suunnitteluasteella yrityksessä, mutta jostain syystä sitä ei ole viety toteutukseen asti. Tavoitteenani olikin koostaa teoria, joka palvelee yrityksen tarpeita ja toisi uusia näkökulmia ja samalla muokkasi asenteita positiiviseen suuntaan prosessin kehittämisen suhteen.

Opinnäytetyön ohjaajana Santasaloon puolelta toiminut Henriikka Huuskonen nosti palautteessaan esille tärkeänä kohtana tietoperustassa määritellyt jäljitettävyyden eri tasot ja niiden toteutumisen yrityksessä, tuoteprosessin jäljitettävyyden eduksi. Lisäksi jäljitettävyyden merkitys PLM-sovellutusten myötä parantuvassa turvallisuudessa sekä riskienhallinnassa koettiin tärkeäksi teoriassa esiin nousseeksi asiaksi. Kokonaisjäljitettävyyden prosessia vietäessä eteenpäin tulevaisuudessa, on myös tuotannossa muodostetun tiedon sekä sen keräämisen tärkeyttä painotettava entisestään.

Saatu palaute tukee opinnäytetyön tutkimusosion havaintoja tärkeimmistä korjattavista ongelmista ja siitä, mihin suuntaan yksilötietojen tallentamisprosessia tulee viedä tulevaisuudessa. Lisäksi teorian ja määrittelyosan sisältö nähdään hyvänä perusteltuna pohjana sähköisen tiedon tallennuksen käyttöön ottamiselle pilottiprojektin kautta.

Opinnäytetyön alkuun, kehittämisprojektin tueksi muodostetun teorian avulla työn tilanteen Santasalo Gears Oy:n henkilöstön sekä ulkopuolisen lukijan on mahdollista ymmärtää, miksi jäljitettävyyteen ja tuotteen elinkaaren hallintaan tulee suunnata

katseita kiinnittämällä huomiota juuri komponenttien yksilötietojen tallennusprosessia kehittämiseen. Teoriapohja muodostui samaan aikaan prosessin nykytilanteen tutkimuksen kanssa eli ne muodostuivat tukemaan toisiaan jo opinnäytetyöprosessin aikana. Tämä näkyy myös toteutuneen ajankäytön Gantt-kaaviosta (ks. kuvio 4). Teoriassa esiin nostettuja asioita käytettiin hyväksi määrittelyvaiheen teemahaastattelurunkojen muodostamisessa.

Teemahaastattelujen käyttö kehitettävän prosessin nykytilan selvittämisessä oli tutkimusmielessä ainut järkevä tapa löytää prosessista itselle omien kokemusten pohjalta tuntemattomiksi jääneet ongelmat. Huolimatta haastatteluiden melko kapeasta otannasta päästiin määrittelyssä hyvinkin syvälliseen analyysiin koskien juuri tallennusprosessia, tallennettavia dokumentteja sekä yksilötietoja. Kapeasta otannasta oli hyötyä myös kerätyn aineiston määrän rajoittamisessa, mikä mahdollisti tarkat analyysit kehitysmallin luomiseksi. Toisaalta varsinkin tuotannon edustajien ottaminen mukaan haastatteluihin, olisi tuonut monipuolisempia näkökulmia myös jäljitettävyystiedon keräämisalueilta ja tällä tavoin osaltaan toiminut perusteluina jatkon kehitystoimenpiteille. Samalla tuotannon henkilöstöä olisi saatu sitoutumaan projektiin jo suunnitteluvaiheesta alkaen.

Määrittelyvaiheessa havaittujen ongelmien sekä eri toimintojen yksilötietojen käyttötarpeiden avulla Lean Systemiin perustuva malli reaaliaikaisesta sekä sähköisestä jäljitettävyystietojen tallennusprosessista korjaa tärkeimmät puutteet manuaalisessa PAF1-2 -raportteihin perustuvassa toimintatavassa. Sen lisäksi järjestelmäintegraation avulla toteutettavan kokonaisprosessin malli tukee opinnäytetyön teoriaa varsinkin tuotetiedonhallinnallisesta näkökulmasta, parantaen komponenttien jäljitettävyyttä merkittävästi myös globaalilla tasolla. Aikaisemmin yrityksessä hyvällä tasolla olleen tuoteprosessin jäljitettävyyden lisäksi samalle tasolle saadaan myös asiakasprosessin jäljitettävyys ja tällä tavalla kaikki tuotteen elinkaaritiedot arkistointiin yhteen tietojärjestelmään. Tämä helpottaa jatkossa yrityksessä käynnissä olevien muiden projektien, kuten DFM (Design For Manufacturing) -ohjelman viemistä eteenpäin, kun valmistuksen aikana kerätyt tiedot saadaan suunnittelun ja tuotekehityksen käyttöön.

Opinnäytetyölle tarpeellisen tietoperustan rakentaminen oli haasteellista, koska suoraan samasta aiheesta aikaisemmin tehtyjä tutkimuksia oli tarkasteltavissa melko vähän työn tueksi. Teoriaosio rakentuikin pitkälti yhdistelemään kaikkia niitä aihealueita, joita opinnäytetyössä kehitettävä prosessi pitää sisällään ja toisaalta myös niitä, jotka ovat sen vaikutuspiirissä. Monipuolisen teoriapohjan tuottaminen opinnäytetyöhön oli ennen kaikkea oppimisprosessi ja kartutti omaa tietämystä aiheesta runsaasti.

Opinnäytetyöprosessin aikana toimin kokoonpanoraporttien tarkastajana, laatu- ja asiakasdokumentaation tuottajana sekä muissa laadun tehtävissä tukevana henkilönä. Kehittämistutkimusmuotoisen työn onnistumisen kannalta koin tärkeäksi, että minulla oli mahdollisuus tehdä opinnäytetyötä työpisteelläni Santasalolla ja olla näin yrityksen arjessa aktiivisesti kiinni. Tämä loi selkeän etulyöntiaseman verrattuna siihen, jos olisin tehnyt työtä pääosin kotoa käsin sekä mahdollisti kevään aikana tehokkaan työskentelyn opinnäytetyön parissa palaverien, haastattelujen sekä kirjoitus-työn osalta.

Projektin aikataulun ja työvaiheiden hallinta onnistuivat niille asetetuissa rajoissa. Lisäksi ennalta suunnitellut vaiheet toteutuivat ja niiden järjestys oli mietitty opinnäytetyön suunnitteluvaiheessa oikein. Opinnäytetyön ensimmäisten viikkojen aikana työn valmistumisen ajankohta siirtyi tarkennuksien myötä noin kuukaudella eteenpäin. Tämä mahdollisti eri vaiheille varattujen aikojen kasvattamisen, mikä oli lopulta vain hyvä asia kokonaisuuden kannalta. Teoria muodostui yhdessä tutkimusvaiheen sekä varsinaisen kehitysvaiheen aikana. Tätä en alkuperäisessä työnvaiheistuksessa osannut ajatella, mutta monialaisesta kehitysprojektista johtuen, tuli työtä tukevaan teoriaan panostaa erityisesti.

Opinnäytetyöprosessissa suurimmat haasteet olivat oikean teoriapohjan muodostamisen lisäksi myös kehittämisvaiheessa. Oma tietojärjestelmätekni- sen osaamisen puute hankaloitti ERP-järjestelmän ja sen sovellutusten sisäistämistä. Pidin kuitenkin tärkeänä sitä, että ymmärrän itse, mitä ja miten eri tietoja Lean Systemillä voidaan kerätä. Tässä yhteydessä haluan kiittää Heimo Niemistä, jonka ohjauksella sain käsit-tyksen siitä, mihin suuntaan kehitettävää prosessia voidaan tietojärjestelmätekni- sesti viedä. Opinnäytetyön onnistumisen kannalta haluan kiittää myös laatuosaston

henkilöitä Juha Viljasjärveä sekä Jukka Paatolaa oman ajan, kokemuksen ja tietämyksen antamisesta työlle. Lisäksi kiitos työn ohjaajana yrityksessä toimineelle Henriikka Huuskoselle kokemuksen ja näkemyksen jakamisesta työn määrittely- ja kehitysvaiheen muodostamisen sekä jäsentelyn tueksi.



## Lähteet

Ball Mill Drives. 2018. Artikkelikuulamylykäytöistä David Brown Santasalo www-sivuilla. 2018. Viitattu 22.3.2018.

<https://dbsantasalo.com/industries/cement/crushing-grinding/ball-mill-drives/>

DB Santasalo Business Guide. 2018. Viitattu 25.1.2018. Yrityksen intranet.

Helical & Bevel Helical Product Catalogue (D-series). 2017. DB Santasalo Marketing Material. Viitattu 22.3.2018. Yrityksen Intranet.

Huuskonen, H. 2015. DB Santasalo Suomi päälaatusuunnitelma vuosille 2015-2025. Viitattu 1.3.2018. Yrityksen Intranet.

Immonen, A. & Sääksvuori, A. 2002. Tuotetiedonhallinta – PDM. Asiantuntija-sarja. Jyväskylä: Gummerus.

Kaario, K. & Peltola, T. 2008. Tiedonhallinta. Avain tietotyön tuottavuuteen. Jyväskylä: WSOYpro/Docendo.

Kananen, J. 2012. Kehittämistutkimus opinnäytetyönä, Kehittämistutkimuksen kirjoittamisen käytännön opas. Jyväskylä: Jyväskylän ammattikorkeakoulu.

Mäki, K. 2018. Lean System sovellutukset Moventaksella. Sähköpostiviesti 19.4.2018. Vastaanottaja P. Lehtoväre. Moventaksen digitalisoinnin kehityspäällikön kuvakaappauksia Lean Systemin portaaleista.

SFS-EN 10204:2004. Metallituotteiden aineodistukset. 3. p. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto SFS. Viitattu 4.4.2018. <https://janet.finna.fi>, SFS Online.

Stark, J. 2006. Product lifecycle management: 21<sup>st</sup> Century Paradigm for Product Realisation. 3rd edition. London: Springer.

Viljasjärvi, J. 2018. DB Santasalo - Erillisvaatteet ja asiakkaille toimitettavat laatudokumentit -toimintaohje vuosille 2018-2023. Viitattu 1.3.2018. Yrityksen Intranet.

## Liitteet

Liite 1. Ensimmäinen haastattelu

### **Perusteet, kokonaisjäljitettävyyssprosessi:**

Mitä tietoja valmiista D-sarjan vaihteesta tuotetaan valmistusprosessin aikana?

Miltä kaikilta komponenteilta yksilötietoja tallennetaan?

Mitä tietoja tallennetaan, missä tieto syntyy (alihankinta, kokoonpano jne.)?

Missä muodossa tieto on?

Mitä kautta luotu tieto kulkee?

Mihin tieto tallennetaan?

Mihin mitäkin tietoa käytetään (kuka käyttää) tilaus-toimitusprosessin eri vaiheissa?

Miten tallennettuun dokumenttiin/yksilötietoon pääsee käsiksi (valmistusnro, valuerä, tilausnro, sarjanro, nimiketunnus)?

Yksilötietojen tallennusprosessissa yleisesti esiintyviä ongelmia?

## Liite 2. Toinen haastattelu

### **Erityistilanteet prosessissa:**


Mihin toimittajat lähettävät yksilötietoja sisältävät dokumentit?

Mittaus- ja materiaalipöytäkirjojen ylläpitovastuu? Onko tämä Santasaloon ja toimittajien välinen sopimus, vai onko taustalla jotain säädöksiä kuten laki tai laatustandardit?

Dokumenttien ja todistuksien tilaukseen johtava impulssi? Ostotilauksella komponenttia ostettaessa vai loppuasiakkaan vaatimuksesta? Kuka dokumentit tilaa? Laadun pyynnöstä jälkikäteen tarvittaessa?

Erillisvaateiden mukaiset dokumentit: pinnankarheus, magneettijauhe, barkhausen:  
Onko näissä takana asiakasvaade vai myös toimittajalaadun seuranta tai tarkastukset, jos kyseessä uusi toimittaja?

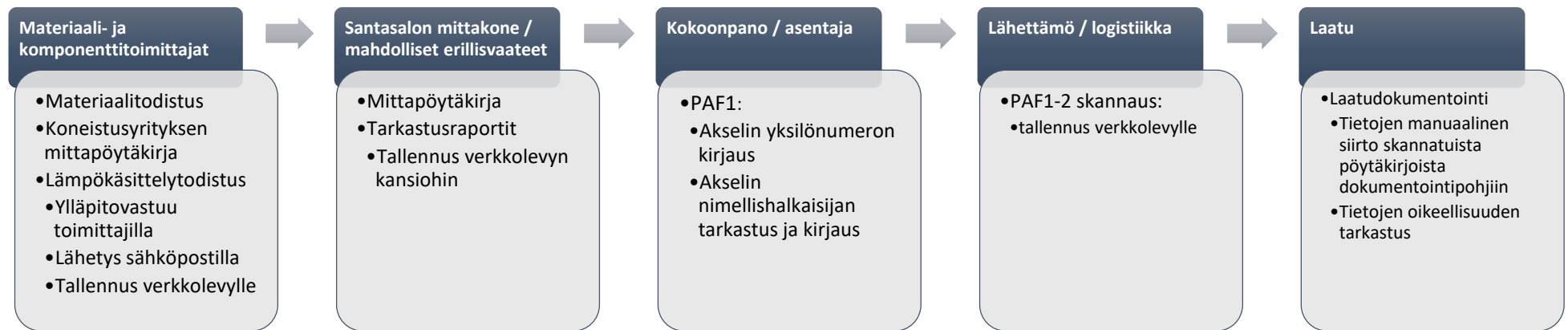
Liite 3. Kokoonpanon mittapöytäkirja PAF1

		KOKOONPANON MITTAUSPÖYTÄKIRJA		PAF1 IG JKL ASY 103	
Vaihteen tyyppi:		Valmistus nro:		Työnro: IWR nro:	
HAMMASKOSKETUS				AKSELIEN MITTAUS	
Porras:	1	2	3	4	5
Moduuli					
Vierintäkytkivälys (mm)					
Kosketuspinta (Korkeus % / Leveys %)	/	/	/	/	/
LAAKERIT JA TIIVISTEET (valmistaja ja tyyppitiedot)		Vaihteesta on täytetty erillinen PAF6-pöytäkirja		<input type="checkbox"/>	
LAAKERIT	c-välys	Laakeri 1 (moottorin puoli/input)	Laakeri 2	Laakeri 3	
Akseli 1 (HSS)					
Akseli 2					
Akseli 3					
Akseli 4					
Akseli 5					
TIIVISTEET (L2M)		LOT-numero			
Tiiviste 1					
Tiiviste 2					
KOTELO, AKSELIT JA HAMMASPYÖRÄT				VAIHTEN RASVATÄYTÖKSET JA RASVAUKSET	
Yksilönumero		Rev	Pyörimisno. (HSS), r/min	Öljyn alkupaine, bar:	Öljyn lämpötila, °C:
Kotelo #1			Koeajoaika, h:	Öljyn loppupaine, bar:	Ympäristön lämpötila, °C:
Kotelo #2			Koeajopöly ISO VG:	Öljyn virtausmäärä, l/min	Ensilaakerin lämpötila, °C:
	Akselin yksilönumero	z*	Rev	Hammaspyörän yksilönumero (ml. Käyttöpyörä)	z*
Akseli 1 (HSS)				Öljymäärä, l	Tärinä, mm/s:
Akseli 2				Öljymäärä korjattu tekn. erittelyyn <input type="checkbox"/>	Käyntääni, dB:
Akseli 3				OK Ei OK Korjattu	Huomautukset ja ylimääräiset mittaukset:
Akseli 4				Öljynkorkeus	
Akseli 5				Voitelu/suuttimien suuntaus, putkisto/pyörimissuunta	
				Liittimien/suuttimien kireys	

## Liite 4. Lopputarkastuspöytäkirja PAF2

 <b>Santasalo</b>		<b>LOPPUTARKASTUS- PÖYTÄKIRJA</b>		<b>PAF 2</b> IG JKL ASY 103		
Vaihteen tyyppi:		Valmistus nro:		Työnro:		
<b>MAALAUUS</b> Käytetty maalausjärjestelmä ja vaadittu kalvonpaksuus Maalauslokaatio ja maalaamon tiedot						
				Ikola / Rautpohja		
				Kammio / maalaamo		
<b>MAALAUKSEN TARKASTUKSET</b>						
Pohjamaalattun vaihteen pinnat kunnossa				Ok	Ei ok	Korjattu
Puhdistus, pesu ja fosfointi onnistunut						
Maalaus ja suojaus suoritettu ohjeen mukaisesti						
Maalikalvo täyttää maalausjärjestelmän vaatimukset						
Maalikalvon paksuus, täytä tulos (µm) ok-kenttään						
Värisävy ja kiiltoaste ovat vaatimusten mukaiset						
Tuotteessa ei ole valumia, eikä muuta visuaalisesti havaittavaa poikkeamaa						
Maalausolosuhteet tarkastettu ja kirjattu seurantakansioon						
pvm:		tarkastaja:				
<b>VARUSTELU</b>						
Vaihtekilven tiedot oikein (katso tekninen erittely)				Ok	Ei ok	Korjattu
Muut kilvet ja opasteet oikein						
Akseliasento ja pyörimissuunnat oikein (katso tekn.erit.)						
Vaihteen/pumpun pyörimissuunta merkitty						
Kiilat asennettu / oikein						
Tarrojen kiinnitys ( ) kpl.						
Tiivisteiden suojaus rasvalla						
V-renkaiden asennus/rasvaus						
Korroosiosuojaus/vaihteen tiivistys (sis. Rasvaus)						
Ankkurointiosat						
Moottorihyllyn ja hihnasuojuksen asennus						
Tuulettimen asennus						
Kytkimien ja/tai puristuskiekon asennus						
Painevoiteluyksikön asennus						
Letkujen kiinnitys/avoimet putket tulpattu						
Termostaatin asennus (vesiventtiili, kapillaariputki)						
Muut merkinnät esim. (asiakkaan antama) nimike ja pos.						
Vaaditut ohjeet kiinnitetty mukaan						
Sähkökomponentit valmistusrakenteen mukaiset						
Vahvavirtalaitteet testattu eristysvastusmittarilla						
Käyttöpöyrän yksilönumero kirjattu PAF1-pöytäkirjaan						
Vaihte on visuaalisesti tarkastettu ja se vastaa mittakuvaa						
pvm:		tarkastaja:				
<b>PAKKAUS</b>						
onko pakkausvaatimusta, ei <input type="checkbox"/> kyllä <input type="checkbox"/>				Ok	Ei ok	Korjattu
toimitus osaluettelon/pakkalistan mukainen						
pakkaus vaatimusten mukainen						
suojaus						
suojaus ulkoisilta iskuilta (ulkonevat osat)						
meripakkaus						
pakkauksen merkinnät						
vaaditut mittauspöytäkirjat täytetty						
Huomautukset:						
pvm:		tarkastaja:				

## Liite 5. Akselin yksilötietojen muodostuminen nykyisessä prosessissa



## Liite 6. Sähköisen tiedonkeruun kokonaisprosessi

